

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU**

**Características físico-químicas, sensoriais e higiênicas da
carne bovina em duas classes de maturidade e sob influência
da maturação**

MARIA CAROLINA WILMERS MANÇO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Zootecnia— Área de Concentração: Nutrição e
Produção Animal, como parte das exigências para
obtenção do título de Doutor.

BOTUCATU – SP

Janeiro - 2006

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU**

**Características físico-químicas, sensoriais e higiênicas da
carne bovina em duas classes de maturidade e sob influência
da maturação**

MARIA CAROLINA WILMERS MANÇO
Zootecnista

Orientador: Prof. Roberto de Oliveira Roça

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Zootecnia— Área de Concentração: Nutrição e
Produção Animal, como parte das exigências para
obtenção do título de Doutor.

BOTUCATU – SP
Janeiro - 2006

*“Se alguém julga saber alguma coisa,
com efeito, não aprendeu ainda como
convém saber”.*

I Coríntios 8.2

*“Por isso não desanimamos; pelo contrário,
mesmo que o nosso homem exterior
se corrompa, contudo, nosso homem interior se renova de dia a dia.*

*Por que a nossa leve e momentânea tribulação
produz para nós eterno peso de glória*

*Acima de toda comparação,
não atentando nós nas coisas que se vêem, mas
nas que não se vêem; porque as que se vêem são temporais,
E as que não se vêem são eternas.”*

Em especial

À Amanda e Tábata.

...Filhas, obrigada

pela cumplicidade, pelas realizações,

por saberem esperar e compreender

mesmo ainda muito pequenas....

Para vocês e por vocês sempre...

Dedico....

*Ao meu amado Pai, Oswaldo Manço e à minha amada Mãe, Rose
Mary Wilmers Manço, pelos conselhos, amor, carinho e por
estarem sempre presentes;*

Ao Daniel pelo companheirismo, alegria e paciência.

*À minha querida sogra Sônia, pelo incentivo, amizade e por toda
ajuda prestada ao longo de todos esses anos;*

*Aos meus irmãos, de sangue e de coração, Luciana, Fernando,
Caio, Sara, Érika, Humberto, Elaine, Valdeci e Rogério,
simplesmente por estarem comigo.*

*A um grande AMIGO,
grande Exemplo e Orientador*

Roberto de Oliveira Roça

A você, meus eternos agradecimentos....

Agradecimentos

A **Deus**, força minha, pelo dom da vida.

Em especial aos professores **Paulo Roberto Rodrigues Ramos**, **Pedro Eduardo Felício** e **José Eduardo Corrente** pelas valiosas sugestões, pelo apoio, incentivo e pelas horas de ensinamentos.

Aos funcionários do Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da FCA (UNESP-Botucatu), **Maria Cecília dos Santos**, **Odaléia Brasil Menegon**, **João Antônio Gomes Filho**, **Newton da Silva**, **Aparecida Fátima da Silva**, e em especial, ao **Wilson Emílio**, por todo auxílio e apoio recebidos ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

A **Renata Maria dos Santos Celeghini** responsável pelo Laboratório de Instrumentação do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimento - Universidade de Campinas, UNICAMP pelas orientações e auxílio.

A **Cilene do C. Frederici Padilha** técnica do Laboratório Fracionamento de Proteínas do Departamento de Física e Biofísica do Instituto de Biociências (UNESP-Botucatu), pela enorme colaboração e contribuição neste trabalho.

Ao **Ronaldo Alberto Pollo**, auxiliar acadêmico do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento do Departamento de Engenharia Rural Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Botucatu, pelas orientações e explicações.

Aos funcionários da biblioteca “Prof. Paulo de Carvalho Mattos”, da Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Botucatu, por todas orientações recebidas: **Célia Regina Inoue, Maria Inês Andrade e Cruz, Evandro Enilson Gomes, Maria Aparecida Martins Alho, Nilson de Camargo e Maria do Carmo Barbosa** e em especial a **Denise de Melo Nogueira de Assis**.

Ao Polo Computacional do Lageado, pela assistência e análise dos dados e ao programador **Wilson Roberto de Jesus**.

Ao **Frigorífico Vangélio Mondelli** (Bauru – SP) e aos funcionários da sala de abate, de desossa e da sessão de cortes, pela valiosa colaboração no experimento. Em especial aos colaboradores da Sessão de Corte: **Pedro D. Filho (encarregado), José Antônio, Ricardo Rocha, Luís Rogério, Aluizio, Anderson, José Roberto, Ilson, Luis Carlos, Milton, José Maria, Ivo, José Renato, João Carlos, Ademir, Fábio Henrique e Valdir** e aos colaboradores **Alessandro Farias de Sousa e Fabiano Henrique Juliano** (Sala de Desossa). Vocês compreenderam de forma singular a importância do nosso trabalho e souberam contribuir com ele não medindo esforços para atender nossas solicitações. Muito obrigada.

Aos Médicos Veterinários **Luiz Alberto Gomes e Celso Fernandes Joaquim**, do Serviço de Inspeção Federal do Ministério da Agricultura e do Abastecimento – Poin de Bauru, pelas facilidades oferecidas durante a execução do experimento. Em especial a **Cilene**, secretária do POINS, pela simpatia e pelo carinho com que fomos recebidos.

A **Carmem Silvia de Oliveira Polo e Seila Cristina Vieira**, seção de Pós-graduação, agradeço pela atenção, paciência, carinho e amizade.

Em especial ao aluno **André Abrahão (BIN)** pelo grande companheirismo e amizade demonstrados nos momentos de maiores dificuldades encontrados durante este último ano.

Aos alunos **Juliana Ramiro** (4º ano do curso de Engenharia Agrônômica), **Aparecido Paula Junior** (3º ano do curso de Biologia), **Janaína Conte Hadlich**, **Daniela Cristina Morales** e **Gil Ignácio Canizares**, alunos da pós-graduação em Zootecnia, pela preciosa ajuda na realização deste trabalho.

A **CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior** pela bolsa de estudo concedida durante o Doutorado.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
Qualidade da carne bovina	1
Cor da carne	3
Maciez da carne	5
Maciez da carne de <i>Bos taurus indicus</i>	5
Melhoramento genético e maciez da carne de <i>Bos taurus indicus</i>	9
Modificações <i>post-mortem</i>	12
Condições de resfriamento	14
Maturação da carne	16
Bioquímica da maturação	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
CAPÍTULO 2:	
CARACTERÍSTICAS DA CARÇA E DA CARNE DE BOVINOS	
ANELORADOS: pH, ÁREA DE OLHO DE LOMBO E	
COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.	31
RESUMO	32
ABSTRACT	33
INTRODUÇÃO	34
MATERIAL E MÉTODOS	35
Material	35
Métodos	38
pH e temperatura <i>post – mortem</i>	38
Área de Olho de Lombo (AOL)	38
Espessura de Gordura Subcutânea (EGS)	38
Composição Centesimal	39
Análise Estatística	39
RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
Avaliação de pH <i>post-mortem</i>	40
Avaliação da temperatura <i>post-mortem</i>	45
Área de Olho de Lombo (AOL) e da Espessura de Gordura	
Subcutânea (EGS)	48
Composição Centesimal	51
CONCLUSÕES	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

CAPÍTULO 3:

EFEITO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS HIGIÊNICAS E SENSORIAIS DA CARNE DE BOVINOS DA RAÇA NELORE.

	60
RESUMO	61
ABSTRACT	62
INTRODUÇÃO	63
MATERIAL E MÉTODOS	65
Material	65
Métodos	69
Avaliação Microbiana	69
Contagem total de bactérias	69
Contagem de <i>Enterobacteriaceae</i>	69
Contagem de psicotróficos	69
Cor	69
Análise Sensorial	70
Análise Estatística	70
RESULTADOS E DISCUSSÃO	71
Avaliação Microbiana	71
Contagem total de bactérias	71
Contagem de <i>Enterobacteriaceae</i>	75
Contagem de psicotróficos	76
Avaliação da Cor	77
Avaliação Sensorial	82
CONCLUSÕES	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87

CAPÍTULO 4:

EXTENSÃO DO PERÍODO DE MATURAÇÃO E OS EFEITOS NA MACIEZ DA CARNE DE BOVINOS DA RAÇA NELORE.

	91
RESUMO	92
ABSTRACT	93
INTRODUÇÃO	94
MATERIAL E MÉTODOS	96
Material	96
Métodos	100
Força de cisalhamento	100
Perda de peso por cocção	100
Índice de fragmentação miofibrilar	100
Análise Estatística	101
RESULTADOS E DISCUSSÃO	102
Força de cisalhamento	102
Perdas por cocção (PPC)	105
Índice de fragmentação miofibrilar	106
CONCLUSÕES	109

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
CAPÍTULO 5: IMPLICAÇÕES	115
ANEXO I	118
ANEXO II	119
ANEXO III	120
ANEXO IV	121

Lista de Tabelas

Capítulo 2

	Página
Tabela 1 – Lote de abate, número de animais do lote, idade de abate, peso de carcaça quente, procedência e distância de transporte dos animais.	37
Tabela 2 - Valores médios de pH do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de animais com diferentes idades de abate em função do tempo <i>post-mortem</i> .	43
Tabela 3 – Valores médios de pH do músculo <i>Triceps brachii</i> de animais com diferentes idades de abate em função do tempo <i>post-mortem</i> .	44
Tabela 4 – Valores médios de temperatura (°C) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de animais com diferentes idades de abate em função do tempo <i>post-mortem</i> .	46
Tabela 5 – Valores médios de temperatura (°C) do músculo <i>Triceps brachii</i> de animais com diferentes idades de abate em função do tempo <i>post-mortem</i> .	47
Tabela 6 - Valores médios de área de olho de lombo (AOL - cm ²), espessura de gordura subcutânea (EGS - mm) e composição centesimal (g/100g) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de animais com diferentes idades de abate.	52

Lista de Figuras

Capítulo 2

	página
Figuras 1 - Locais das mensurações realizadas no músculo <i>Longissimus dorsi</i> : A) área de olho de lombo (AOL), B) espessura de gordura subcutânea (EGS).	38
Figura 2 - pH do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de animais com diferentes idades em função do tempo <i>post-mortem</i> .	43
Figura 3 - pH do músculo <i>Triceps brachii</i> de animais com diferentes idades em função do tempo <i>post-mortem</i> .	44
Figura 4 - Temperatura (°C) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de animais com diferentes idades em função do tempo <i>post-mortem</i> .	46
Figura 5 - Temperatura (°C) do músculo <i>Triceps brachii</i> de animais com diferentes idades em função do tempo <i>post-mortem</i> .	47

Lista de Tabelas

Capítulo 3

	página
Tabela 1 - Lote de abate, número de animais do lote, idade de abate, peso de carcaça quente, procedência e distância de transporte dos animais.	68
Tabela 2 – Avaliação microbiana do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de animais com diferentes idades de abate e em diferentes períodos de armazenamento.	72
Tabela 3 - Média dos valores de cor do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de animais com diferentes idades de abate em função do tempo de armazenamento.	79
Tabela 4 - Avaliação sensorial da carne em painéis correspondentes à idade de abate em função do período de maturação.	83
Tabela 5 - Avaliação sensorial da carne em painéis correspondentes ao período de maturação em função da idade de abate.	85

Lista de Figuras

Capítulo 3

	página
Figura 1 - Contagem total de bactérias (\log_{10} UFC/g) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de animais com diferentes idades de abate e em diferentes períodos de armazenamento.	73
Figura 2 - Contagem de <i>Enterobacteriaceae</i> (\log_{10} UFC/g) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de animais com diferentes idades de abate e em diferentes períodos de armazenamento.	75
Figura 3 - Contagem de psicotróficos (\log_{10} UFC/g) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de animais com diferentes idades de abate e em diferentes períodos de armazenamento.	76
Figura 4 - Cor – Luminosidade (valor L*) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de animais com diferentes idades de abate em função do tempo de armazenamento.	80
Figura 5 - Cor – intensidade de vermelho (valor a*) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de animais com diferentes idades de abate em função do tempo de armazenamento.	81
Figura 6 - Cor – intensidade de amarelo (b*) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de animais com diferentes idades de abate em função do tempo de armazenamento.	81

Lista de Tabelas

Capítulo 4

	página
Tabela 1 – Lote de abate, número de animais do lote, idade de abate, peso de carcaça quente, procedência e distância de transporte dos animais.	99
Tabela 2 - Valores médios de força de cisalhamento (kg) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de animais com diferentes idades de abate, em diferentes períodos de maturação.	104
Tabela 3 - Valores médios de perda de peso por cocção (%) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de animais com diferentes idades de abate em função do tempo de maturação.	105
Tabela 4 - Valores médios do índice de fragmentação miofibrilar (IFM) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de animais com diferentes idades de abate, em função do tempo de maturação.	108

Lista de Figuras

Capítulo 4

	página
Figura 1 - Força de cisalhamento (kg) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de animais com diferentes idades de abate em diferentes períodos de maturação.	104
Figura 2 - Perda de peso por cocção (%) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de animais com diferentes idades de abate em função do tempo de maturação.	106
Figura 3 - Índice de fragmentação miofibrilar (IFM) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de animais com diferentes idades de abate em função do tempo de maturação.	108

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Qualidade da carne bovina

A carne bovina, assim como outros produtos de origem animal, exerce uma contribuição importante na dieta humana. Essa importância deve-se ao seu elevado teor de proteína e a qualidade desta proteína (LEMOS, 2003). O consumo de carne bovina no Brasil é de 35,1 kg/pessoa/ano contra 12,4 kg/pessoa/ano de carne suína e 32,9 kg/pessoa/ano de carne de frango (CONSUMO, 2005).

A qualidade da proteína depende do padrão e da abundância de seus aminoácidos. Se a proteína contém aminoácidos essenciais na proporção requerida pelo organismo humano, pode-se dizer que tem um alto valor biológico. Já as que têm poucos aminoácidos essenciais são consideradas de baixo valor biológico. As proteínas de origem animal, como a carne bovina, têm

valor biológico mais alto do que maioria das proteínas de origem vegetal. A carne bovina é considerada um alimento completo em termos de proteína porque contém todos os nove aminoácidos essenciais para o corpo humano. Além disso, uma porção de 85 gramas de carne bovina fornece 50% do Valor Diário (VD%) de proteína para adultos e crianças de quatro anos ou mais (SANTIM, 2005).

Com o alto valor biológico aliado a sua composição em aminoácidos, que complementam aqueles fornecidos pelas proteínas de origem vegetal, o valor nutricional da carne na dieta está relacionado ainda com o fato de ser uma boa fonte de zinco, ferro e vitaminas do complexo B (LEMOS, 2003).

Atualmente uma das maiores preocupações dos consumidores de carne reside na implicação de que sua ingestão pode elevar o nível de gordura no organismo e este causar algum problema à saúde e ao bem-estar. Esse fato fez com que diferentes setores da cadeia produtiva de produtos de origem animal passassem a oferecer carnes com tipos de gorduras consideradas mais saudáveis (diminuição da relação ômega-6/ômega-3 e do teor de colesterol) e outros atributos atraentes, carnes de animais criados com alimentação suplementada com vitamina E e/ou D, oferta de cortes no varejo com teor conhecido de gordura e produtos formulados, contendo teor reduzido de gordura (ARIMA, 2003).

Outro fator importante foi a reformulação da pirâmide alimentar, uma vez que na última década observou-se um aumento no número de obesos, na incidência de doenças coronarianas e diabetes tanto na população de países desenvolvidos como na população de países em desenvolvimento. Portanto as carnes não foram as grandes vilãs causadoras dos males modernos (ARIMA, 2003).

Cortes magros de carnes vermelhas e de aves foram novamente reconhecidos como sendo componentes chave e saudáveis em uma dieta diária. Cortes de carne vermelha e branca com baixo teor de gordura são alimentos ricos em nutrientes. Atualmente as novas diretrizes americanas recomendam uma vida saudável com proteínas na dieta (USDA, 2005).

Nas últimas décadas, a carne bovina perdeu espaço para as carnes de animais de pequeno e médio porte, principalmente de ave e suína (RESTLE et al., 2003). Em parte, isso se deve à falta de qualidade da carne bovina ofertada ao consumidor brasileiro (VAZ & RESTLE, 1998). Desse modo, para garantir e melhorar a qualidade da carne nacional é necessário enfrentar desafios, atender às exigências dos criadores e associar essas exigências aos atributos de qualidade valorizados pelo consumidor (PEREIRA, 2002).

Conhecer o conceito de qualidade da carne é uma importante estratégia. Pode-se entender como qualidade todos os produtos e serviços que satisfaçam as necessidades implícitas e explícitas dos consumidores. Para tal, utiliza-se de características sistemáticas que influenciam a qualidade da carne, principalmente a cor e a maciez (CARLOS et al., 2005).

A aparência visual da carne de varejo influencia o consumidor no momento da compra do produto. A cor e o marmoreio, associado ao teor de gordura, são importantes critérios de seleção. Para os consumidores, a cor é um indicador de frescor. Entretanto, as preferências do consumidor, como a aparência visual da carne, são variáveis e mudam constantemente (KILLINGER et al., 2004).

Cor da carne

A cor é considerada a mais importante característica sensorial na aparência da carne, podendo não apenas valorizá-la, mas também depreciá-la (MACDOUGALL, 1994).

Os pigmentos responsáveis pela cor característica da carne são a mioglobina e a hemoglobina, além de outros elementos como as enzimas catalase e citocromo a, mas sua contribuição na cor é muito menor (CARVALHO & MANÇO, 2002).

A mioglobina e a hemoglobina são formadas em sua maior parte por proteínas: a mioglobina é o pigmento muscular que retém o oxigênio nos tecidos e a hemoglobina é o pigmento sanguíneo responsável pelo transporte

de O₂ na corrente sangüínea.

A cor da carne indica a concentração de mioglobina e seu estado de oxigenação ou oxidação na superfície do músculo. A quantidade de mioglobina varia com a espécie, sexo, idade, tipo de fibra e localização anatômica do músculo (CORNFORTH, 1994). Fatores como estresse, tempo e condições de resfriamento, queda do pH, valor do pH final e a eficiência da sangria também exercem efeitos na cor da carne (CARVALHO & MANÇO, 2002).

A concentração relativa das três formas do pigmento depende da quantidade de oxigênio disponível. O que ocorre com a carne fresca é o ciclo da cor que é dinâmico e pode ser reversível, permitindo constante interconversão das três formas do pigmento (SARANTÓPULOS et al., 1996).

A carne do animal recém abatido apresenta cor vermelha púrpura devido, principalmente, a presença da mioglobina reduzida. Quando a carne fica em contato com o ar os pigmentos reagem com o oxigênio molecular e formam um pigmento relativamente estável denominado oximioglobina, ou mioglobina oxigenada. Este pigmento é responsável pela cor vermelho brilhante, *bloom* das carnes frescas, que proporciona um aspecto atraente para o consumidor (FERNANDES, 1997; SARANTÓPULOS et al., 1996; SARANTÓPULOS & OLIVEIRA, 1996). A oximioglobina é formada em 30 – 40 minutos de exposição ao ar e esta reação é denominada oxigenação. Esta reação é rápida devido a grande afinidade entre a mioglobina e o oxigênio. A reação é reversível e denomina-se desoxigenação causada pela dissociação do oxigênio devido, principalmente, à baixa tensão de oxigênio (ROÇA, 2001).

A desoxigenação da oximioglobina resulta na mioglobina reduzida que é muito instável. As condições que causam desoxigenação também são responsáveis pela oxidação formando a metamioglobina, ou mioglobina oxidada, de coloração marrom indesejável pelo consumidor. A formação dessa cor constitui-se em um sério problema para a venda da carne porque a maioria dos consumidores a associa com um longo período de armazenamento, embora possa haver a formação da metamioglobina em poucos minutos. A coloração correspondente a 20% de metamioglobina na superfície da carne é

suficiente para provocar sua rejeição no varejo (SARANTÓPULOS et al., 1996; MACDOUGALL, 1994).

A formação de metamioglobina é favorecida por baixas pressões de oxigênio (embalagens a vácuo), altas temperaturas, sal e bactérias aeróbias (MACDOUGALL, 1994).

Maciez da carne

Atendendo a uma crescente demanda por carne de qualidade, diversas pesquisas vêm sendo realizadas sobre a maciez, já que esta é considerada a característica mais importante da qualidade da carne para o consumidor (FEIJÓ, 1998; JATURASITHA et al., 2004). Portanto a busca de meios e de métodos para obtenção de carne mais macia é uma preocupação constante nos mercados modernos (BIAGINI, 2001).

A maciez de um alimento pode ser definida como a manifestação de seus elementos estruturais à mastigação e resistência à aplicação de uma força (SZCZESNIAK, 1986, citado por PEREIRA, 2002). Quando se mencionam os aspectos qualitativos buscados na produção da carne bovina a textura é a primeira qualidade avaliada (LUCHIARI FILHO & MOURA, 1997).

A textura é determinante da qualidade e provavelmente a mais importante característica sensorial, quando se consome a carne (CORÓ et al., 1999).

Maciez da carne de bovinos *Bos taurus indicus*

No Brasil, há cerca de 60 raças bovinas que podem ser exploradas para produção comercial de carne. De 1930 a 1960 ocorreu uma grande introdução de raças exóticas no Brasil (BARBOSA, 2003).

A introdução de bovinos da raça Nelore (*Bos taurus indicus*), vindos da Índia, e que em 1962 não alcançava 7.000 animais, sofreu uma grande

expansão, refletindo a perfeita adaptação ao ambiente de clima tropical e subtropical, característico da maior parte do país (RÜBENSAM & MONTEIRO, 2000).

A adaptabilidade de várias raças de *Bos taurus indicus* ao clima com altas temperaturas, a resistência a ectoparasitos, além de aspectos produtivos em geral, vem sendo amplamente aproveitados em cruzamentos com bovinos europeus para obtenção das vantagens de heterose (CROUSE et al., 1989; O'CONNOR et al., 1997; OLIVEIRA et al., 2002).

O Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo, composto em sua maior parte pela raça Nelore. Cerca de 80% do rebanho bovino de corte é composta por animais da raça Nelore, de alta mestiçagem com Nelore e outras raças zebuínas e por cruzamentos comerciais com bovinos *Bos taurus taurus*, que estão cada vez mais intensificados, principalmente em regiões de clima temperado, onde predominam as raças européias. Com isso a qualidade da carne, especialmente a maciez, deverá constituir-se em um ponto crítico do sistema de produção de carne (BARBOSA, 2003; RÜBENSAM & MONTEIRO, 2000).

No entanto, apesar dos indiscutíveis ganhos produtivos resultantes desses cruzamentos, as vantagens da heterose têm encontrado, na qualidade de carne, mais especificamente na maciez da carne, um sério obstáculo. No Brasil o maior obstáculo pode estar relacionado à preferência dos consumidores que têm na maciez o item mais importante da palatabilidade da carne bovina (FELÍCIO, 1998). Nos demais países, onde o mercado é mais exigente, juntamente com a indústria, ocorre discriminação de bovinos com fenótipo zebuíno (SHERBECK et al., 1996).

Na Austrália, a carne de animais de raças de *Bos taurus indicus* é relatada como menos macia do que a de outras raças (BURROW et al., 2001, citado por LAWRENCE et al., 2006). De modo geral, existe a idéia de que os animais *Bos taurus indicus* criados em pastos tropicais possuem carne menos macia e de qualidade inferior quando comparados aos animais alimentados com grãos de cereais em sistemas intensivos (LAWRENCE et al., 2006).

Estudos realizados por todo mundo, principalmente nos Estados Unidos, revelaram que o genótipo zebuino e sua proporção nos cruzamentos com raças européias introduzem uma grande variação da maciez da carne. À medida que há maior participação do genótipo zebuino dentro de uma raça ocorre um aumento na força de cisalhamento e uma diminuição dos escores de avaliação sensorial da maciez. Esta variação da maciez atribuiu-se ao genótipo zebuino e foi independente do ambiente onde os animais foram produzidos e da composição da carne (CROUSE et al, 1989; PRINGLE et al., 1997; JATURASITHA et al., 2004).

Avaliando carne de novilhos de três grupos genéticos diferentes: novilhos Hereford puros, novilhos Brahman puros e novilhos obtidos de cruzamento Hereford e Brahman, submetidos ou não à estimulação elétrica logo após o abate (450 V, 1,5 a 2 min), maturadas por um período de 28 dias, verificou-se que o genótipo zebuino influencia a maciez da carne de novilhos. A maturação da carne de novilhos Brahman, mesmo combinada com estimulação elétrica, não foi suficiente para garantir a qualidade do produto quanto à maciez (WHEELER et al., 1990a).

WHIPPLE et al. (1990a) estudando as causas das diferenças de velocidade de amaciamento dos músculos *Longissimus dorsi* e *Semitendinosus* de novilhos europeus cruzados Hereford x Angus (HA) e de animais cruzados com a raça zebuina Sahiwal (S) ($3/8S 5/8HA$ e $5/8S 3/8HA$) com diferentes frações dos genes da raça Sahiwal, observaram que a carne de bovinos $5/8S 3/8HA$ é mais dura que a de $3/8S 5/8HA$. Mesmo após 14 dias de maturação, teve proteólise reduzida, verificada por eletroforese de proteína miofibrilares. A proteína desmina, do citoesqueleto das células musculares, da carne de novilhos $5/8S$, permaneceu inalterada. Ao mesmo tempo não foi observada a banda correspondente à proteína de 30 kDa, característica das carnes que sofreram maturação (GOLL et al., 1983; KOOHMARAIE, 1988 citados por RÜBENSAM & MONTEIRO, 2000). O mesmo foi observado por WHEELER et al. (1990b), em contrafilé maturado de novilhos Brahman. WHIPPLE et al. (1990a) verificaram que a atividade de calpastatina, o inibidor específico das calpaínas, determinada 24 horas após o abate juntamente com a força de cisalhamento, foi mais alta no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos cruzados

com a raça Sahiwal do que em novilhos Hereford x Angus. Para os autores, a pior textura da carne de zebuínos foi devido à proteólise reduzida das proteínas miofibrilares associada a alta atividade de calpastatina nos músculos.

Baseando-se nesses resultados, novos estudos realizados por WHIPPLE et al. (1990b) envolvendo análise de regressão, tomando a força de cisalhamento e os escores sensoriais obtidos na carne maturada por 14 dias, como variáveis dependentes e, as diferentes características bioquímicas e histológicas, como variáveis independentes, determinaram como as características bioquímicas e histológicas, do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos $3/8S$ $5/8HA$ e $5/8S$ $3/8HA$ após 14 dias de maturação, podem prever a maciez. Nesse trabalho, verificaram que o Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM), apresentado por CULLER et al. (1978), de carne maturada por 7 dias, explicava 50% da variação da força de cisalhamento e maciez, avaliada por painel sensorial, e que o mesmo poderia ser importante indicador de maciez junto com a força de cisalhamento. Porém, o IFM foi considerado como uma resposta à maturação e não uma característica com potencial de predição da maciez. Baseando-se nesta afirmação, os autores retiraram esta variável da análise estatística e verificaram que a atividade de calpastatina, determinada um dia após o abate, foi a variável que, sozinha, explicou a maior parte da maciez da carne bovina, independente da raça.

Resultados semelhantes aos obtidos por WHIPPLE et al. (1990b) foram encontrados por SHACKELFORD et al. (1991). Estes autores concluíram que a maior atividade de calpastatina de contrafilé de novilhos $5/8Brahman$, em relação aos novilhos Hereford, contribuiu para a menor velocidade de amaciamento da carne durante a maturação.

O'CONNOR et al. (1997) avaliaram a extensão do amaciamento da carne bovina durante a maturação de três raças, Braford ($3/8Brahman$ $5/8$ Hereford), Red Brangus ($3/8Brahman$ $5/8Red$ Angus) e Simbrah ($3/8Brahman$ $5/8Simental$), em comparação ao componente genético do *Bos taurus taurus*. A baixa resposta à maturação e, portanto, a maior dureza da carne foi associada com o genótipo zebuíno. Neste trabalho, os autores mostraram que a atividade de calpastatina da carne de bovinos Braford, até 4 dias *post-mortem*, foi mais

alta do que a de Red Brangus e Simbrah. Entretanto, comparando-se os genótipos que formaram as raças estudadas, a atividade de calpastatina de contrafilé de bovinos $3/8$ Brahman foi mais alta ($P < 0,05$) em relação aos animais *Bos taurus taurus*. Além disso, os autores observaram que o desenvolvimento da maciez da carne de novilhos $3/8$ Brahman, mais lento do que a de bovinos europeus, foi associado com a alta atividade de calpastatina.

RÜBENSAM et al. (1998) encontraram diferenças na atividade de calpastatina e na textura da carne medida através da força de cisalhamento determinada no primeiro dia e no décimo dia após o abate, entre amostras de contrafilé de novilhos Polled Hereford (HH, n=14), novilhos $5/8$ Hereford $3/8$ Nelore ($5/8$ H $3/8$ N, n=5) e novilhos $3/4$ Hereford $1/4$ Nelore ($3/4$ H $1/4$ N, n=7) produzidos no Rio Grande do Sul. O grupo genético $3/4$ Hereford $1/4$ Nelore apresentou médias intermediárias, que não diferiram dos dois grupos anteriores ($P > 0,05$). O coeficiente de correlação entre força de cisalhamento e atividade de calpastatina, medidas no primeiro e no décimo dias *post-mortem* foi positivo ($r=0,59$ e $0,51$, respectivamente) e significativo ($P < 0,01$ e $P < 0,05$, respectivamente), indicando assim que carnes com alta atividade de calpastatina no primeiro dia *post-mortem* necessitam de maior força para serem cortadas, ou seja, são menos macias mesmo após 10 dias de maturação. Considerando uma força limite de cisalhamento igual a 4,6 kg proposto por SHACKELFORD et al. (1991), entre carne macia e carne dura, a carne obtida nos três tratamentos era dura no primeiro dia após abate e, com exceção do grupo $3/8$ N, era macia no décimo dia após abate. Portanto a introdução de raças zebuínas em cruzamentos comerciais de bovinos pode estar trazendo prejuízos à maciez da carne produzida no Rio Grande do Sul.

Melhoramento genético e maciez de carne de *Bos taurus indicus*

Por muitos anos a marmorização tem sido utilizada como característica de atratividade da carne, relacionada à quantidade de gordura intramuscular. Nos Estados Unidos, devido ao critério de tipificação das carcaças, para se conseguir uma classificação superior, os animais

permanecem mais tempo em regime de alimentação intensiva, produzindo carcaças com maior proporção de gordura (WHEELER et al., 1994).

Para JUDGE et al. (1989) o benefício da marmorização está muito mais relacionado com a suculência e sabor da carne do que com sua maciez. Por isso é necessária a mensuração direta da maciez para uma maior precisão no estudo das propriedades sensoriais, suplementando ao escore de marmorização (WHEELER et al., 1994; LUCHIARI FILHO et al., 2005).

Porém inúmeros trabalhos demonstram que a marmorização pouco se relaciona com a palatabilidade da carne e explica somente 5 a 20% da variação da maciez. Assim sendo, em um grupo de animais com o mesmo teor de gordura intramuscular, estes produzirão carne com maciez diferente (RÜBENSAM & MONTEIRO, 2000).

Independente da classificação de carcaças, com ênfase na marmorização do contrafilé, a seleção de raças bovinas foi essencialmente direcionada para aquelas de constituição genética apropriada tanto a um crescimento como a um acabamento rápido, raças precoces, e que apresentam, geralmente, uma carne mais macia (RÜBENSAM & MONTEIRO, 2000). Com isto, o melhoramento genético tem levado a um grande aumento na eficiência da produção animal e na composição e qualidade de carcaça (DUNSHEA et al., 2005).

Precocidade é a palavra-chave na cadeia produtiva da carne de Nelore e tem por objetivo a obtenção de um produto final de qualidade conhecida, seja no âmbito de produção de reprodutores seja na produção de carne, sem esquecer das características de adaptação (FELÍCIO et al., 1995; FRIES, 1996, citados por RÜBENSAM & MONTEIRO, 2000). Mesmo que a precocidade de terminação aumente as probabilidades dos animais produzirem carne mais macia, a qualidade final da carne será variável, principalmente quanto à maciez (WHEELER et al., 1994).

Atualmente, há necessidade de se adotar metodologias para o melhoramento genético dos rebanhos, dando ao consumidor garantia de que a carne bovina será macia. A diferença entre a maciez da carne observada entre

as diversas raças de bovinos pode ser devida à quantidade, solubilidade e organização espacial do colágeno, gordura e atividade da calpaína e da calpastatina. Estudos recentes mostram que diferenças genéticas na maciez da carne estão associadas com a taxa de proteólise muscular que ocorre durante o armazenamento *post-mortem* (MONSON et al., 2005).

A partir dos trabalhos de WHIPLLE et al. (1990 a,b) e WHEELER et al. (1990b), estabeleceu-se a estreita relação entre proteólise reduzida da carne maturada de bovinos com genótipo zebuíno à maior atividade de calpastatina muscular. Com base nestes trabalhos, SHACKELFORD et al. (1994) calcularam as herdabilidades e correlações genéticas e fenotípicas das características de carcaça e de carne, a partir de dados de programas de melhoramento de rebanhos bovinos nos Estados Unidos. A hipótese de que a seleção dos animais com baixa atividade de calpastatina poderia resultar na produção de carne mais macia, levou SHACKELFORD et al. (1994) a determinar a herdabilidade da atividade de calpastatina muscular e de sua relação genética com a maciez da carne maturada. Os autores obtiveram valores de herdabilidade ($h^2r = \sigma^2a / \sigma^2p$, onde σ^2a = variância devida ao efeito aditivo dos genes e σ^2p = variância fenotípica) de atividade de calpastatina, força de cisalhamento e teor de gordura intramuscular iguais a 0,65, 0,53 e 0,93 respectivamente. A correlação genética entre atividade de calpastatina e força de cisalhamento foi igual a 0,50. Neste mesmo trabalho, a correlação genética entre rendimento em cortes e atividade de calpastatina e teor de gordura intramuscular foi de 0,44 e -0,63, respectivamente. Entre ganho de peso médio diário e atividade de calpastatina e teor de gordura intramuscular foi -0,52 e -0,04, respectivamente. Baseando-se nestes resultados, os autores concluíram que a seleção de animais com baixa atividade de calpastatina muscular pode resultar numa resposta genética rápida para maciez, sem comprometimento da taxa de crescimento. O contrário ocorre se forem selecionados animais com alto teor de gordura intramuscular o que levaria a produção de animais com baixo rendimento em cortes.

Entretanto, PRINGLE et al. (1997), observaram que a diminuição do teor de gordura intramuscular, avaliada visivelmente através da marmorização do contrafilé bovino, explica parcialmente, as diferenças de maciez da carne

observadas entre *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus*. Além disso, mais do que a atividade de calpastatina, a relação μ -calpaína/calpastatina constitui-se na característica determinante das diferenças de maciez entre os diferentes genótipos bovinos. Para os autores, o amaciamento da carne, de bovinos com diferentes genótipos *Bos taurus indicus*, sofre efeito combinado da atividade de calpastatina, grau de marmorização e da porcentagem de genes zebuínos.

Até o momento os zebuínos sofreram pouca pressão de seleção para a velocidade de crescimento, já que passaram a integrar a indústria da carne muito recentemente. Foram a ela incorporados de maneira tímida no início do século XX e apenas valorizados na segunda metade deste século. Acumulam, portanto, menos de 50 anos de seleção, a qual vem concentrando-se mais nos rebanhos submetidos à inseminação artificial. Assim a busca da precocidade de crescimento talvez resulte na produção de carne com qualidade uniforme. Isto é o que mostra os resultados obtidos nos trabalhos de SHACKELFORD et al. (1994) e PRINGLE et al. (1997).

Portanto, a possibilidade de se usar a atividade de calpastatina como método de identificação de animais produtores de carne macia, pode se constituir num meio de alcançar a precocidade de terminação (RÜBENSAM & MONTEIRO, 2000; POTTER, 2000).

Modificações *post-mortem*

Convencionalmente, todos os cuidados *ante-mortem* e os que dizem respeito às modificações *post-mortem*, como queda de pH e de temperatura, afetam a maciez quando associados a fatores de ordem genética, ao manejo e à alimentação dos animais, além da idade em que o animal está pronto para o abate.

A queda do pH após o abate é um dos fatores mais importantes na transformação do músculo em carne, pois interfere diretamente na futura qualidade da carne e dos produtos derivados (PARDI et al, 1995). Os valores de pH final da carne podem influenciar na maciez, na vida de prateleira do

produto e na cor da carne (PURCHAS et al., 1999, WATANABE et al., 1996).

Após a morte, as reservas de glicogênio são transformadas em ácido láctico num processo anaeróbico e o acúmulo deste ácido ocasiona a diminuição do pH muscular (LUCHIARI FILHO, 2000). Quando a concentração de glicogênio muscular no momento do abate for insuficiente a queda do pH será comprometida resultando em valores superiores a 6,0, após 24 horas, característica de cortes escuros. Porém se a reserva de glicogênio estiver garantida a queda do pH será normal resultando em valores de pH final ao redor de 5,5, após 24 horas, não comprometendo a cor (IMMONEM et al., 2000), um dos principais fatores relacionados a qualidade da carne (FELÍCIO, 1998, 1999).

O animal recém-abatido, após um período de descanso, apresenta em seus músculos pH em torno de 6,9 a 7,2. A velocidade de queda do pH, bem como o pH final da carne, após 24 - 48 horas, é muito variável (PARDI et al, 1995).

Para os bovinos, normalmente, a glicólise se desenvolve lentamente. O pH do músculo vivo situa-se ao redor de 7,00. Imediatamente após o abate o pH inicial (0 hora) está em torno de 7,00, caindo para 6,4-6,8 após 5 horas e para 5,5-5,9 após 24 horas. Mudanças no pH final da carne podem alterar as características físicas da cor e a capacidade de retenção de água (ROÇA, 2001).

O pH 6,0 tem sido considerado como linha divisória entre o corte normal e o corte escuro conhecido por *dark-cutting*. Porém alguns autores também utilizam valores de 6,2-6,3. No Brasil, os frigoríficos só exportam carne com pH inferior a 5,8 avaliado diretamente no músculo Longissimus dorsi, após 24 horas *post-mortem* (ROÇA, 2001).

Condições de resfriamento

A velocidade de refrigeração de uma carcaça depende de vários fatores, entre os quais as propriedades termofísicas (calor específico da carcaça que após o abate apresenta temperatura interna entre 30 a 39°C, densidade e condutividade térmica), dimensões, peso, forma geométrica e quantidade superficial de gordura são os mais importantes (GONÇALVES, 2003). As condições internas da câmara de resfriamento como temperatura e velocidade de circulação do ar dentro da câmara interferem na velocidade de resfriamento da carcaça (ROÇA, 2001).

O calor específico é diretamente proporcional à relação de carnes magra e gorda da carcaça. A gordura reduz a dissipação de calor. Quanto maior o peso da carcaça e a cobertura de gordura maior será o tempo de resfriamento (ROÇA, 2001).

A perda de peso das carcaças magras e de menor tamanho é maior do que a perda das carcaças maiores e com boa cobertura de gordura (ROÇA, 2001). O resfriamento produz a perda de peso por evaporação, perda econômica, e pode causar desidratação excessiva na superfície da carcaça, perda de qualidade. A elevação da umidade relativa do ar favorece a redução da perda de peso, porém contribui para o desenvolvimento de microrganismos (GONÇALVES, 2003).

A ação do frio também inibe e/ou retarda o crescimento de microrganismos e a velocidade das reações químicas em geral. A temperatura quando bem controlada pode minimizar as alterações indesejáveis como o crescimento microbiano, pois reduz a atividade de patógenos, e o encurtamento pelo frio. Quando a queda de temperatura durante o *post-mortem* não é controlada adequadamente acaba reduzindo a atividade de enzimas proteolíticas, retardando o processo de maturação (GONÇALVES, 2003). Este fenômeno é indesejável pois a maciez, considerada o atributo de qualidade mais desejável pelo consumidor, poderá ser prejudicada (RÜBENSAM & MONTEIRO, 2000).

Durante o processo de resfriamento da carne, a temperatura deve

ser mantida superior a 10°C até o início do rigor, isto é, até atingir o pH de 5,7, para garantir maior maciez e melhor maturação. A relação entre pH e temperatura no início do rigor mortis é um fator decisivo, porém a maciez de todos os músculos da carcaça não pode ser controlada pelo mesmo regime de resfriamento (HANNULA & PUOLANNE, 2004).

FELÍCIO & VIACAIVA (2000) visando melhorar a maciez da carne em 20 a 30%, avaliada através da força de cisalhamento, recomendam que a temperatura do músculo *Longissimus dorsi* na altura da 10ª a 12ª costelas, a 3 cm de profundidade, tomada 10 horas *post-mortem* deve ser igual ou superior a 12°C. Após 10 horas de resfriamento deve prosseguir na maior velocidade possível visando atingir a temperatura de 7°C no interior do coxão após 24 horas de resfriamento.

Os países europeus exigem que a temperatura interna da carcaça atinja 7°C em 24 horas após o abate dos bovinos (GONÇALVES, 2003).

O excesso de frio que as carcaças são submetidas durante as primeiras 24 horas após o abate, pode comprometer diretamente a maciez da carne, uma vez que este frio intenso causa mudanças estruturais irreversíveis no músculo. Atualmente no Brasil este é o principal fator que, juntamente com genótipo e sistema de criação, prejudica a qualidade da carne brasileira (ROÇA, 2001).

PARDI et al. (1995) apresentam uma série de considerações sobre a transformação do músculo em carne e da eficiência da temperatura no encurtamento das miofibrilas, quer pelo frio, pelo calor ou pelo congelamento e descongelamento no período que antecede à rigidez, concluindo que o encurtamento das miofibrilas durante o *post-mortem* é responsável por acentuadas variações da maciez.

Atualmente inúmeros processos tecnológicos e industriais estão sendo utilizados com a finalidade de se melhorar a maciez da carne após o abate: enzimas exógenas, ação mecânica, suspensão e posição da carcaça, estimulação elétrica, desossa a quente e maturação (PARDI et al., 1995; HARADA, 2004).

Maturação da carne

A maturação é um dos processos tecnológicos industriais cuja finalidade é melhorar a maciez da carne, além de garantir sua uniformidade (PARDI, et al., 1995; ABULARACH et al., 1998). Segundo TSITSILONIS et al. (2002), a maturação é o principal processo que altera a maciez da carne. Além de melhorar a maciez, a maturação altera o flavor da carne, propiciando melhor sabor ao consumidor (FERNANDES, 1997).

É um processo conhecido e utilizado por séculos. Sabe-se de longa data que o armazenamento da carne entre 0 e 2°C por 7 a 21 dias *post-mortem* contribui para o aumento da sua maciez (LAWRENCE et al., 2006). Porém recentemente estão sendo cientificamente esclarecidas as transformações que ocorrem durante o processo de maturação.

Até a década de 70, a maturação era realizada através da simples manutenção das carcaças, quartos ou cortes em um ambiente refrigerado com umidade relativa do ar controlada. Neste tipo de processo a carne não possui qualquer tipo de proteção externa ou embalagem, estando sujeita a perdas por gotejamento, evaporação e por putrefação das peças. Os problemas de perda por gotejamento e evaporação poderiam ser controlados com o uso de filmes permeáveis a gás na superfície das carcaças, porém o aumento da umidade superficial aumentaria os riscos de crescimento microbiano (PARRISH et al., 1969).

O desenvolvimento das embalagens a vácuo representou um aproveitamento mais racional do processo de maturação da carne. Após a desossa, os cortes são embalados e submetidos ao processo de vácuo industrial e então maturados. Com isso, houve redução nos custos de transporte e armazenamento, eliminação dos riscos de contaminação e limitação no crescimento de microorganismos, ausência de controle de umidade relativa do ar no ambiente de maturação, redução nas quebras por perda de peso e aumento da vida de prateleira. As características sensoriais desenvolvidas neste processo são similares àquelas desenvolvidas no processo tradicional de maturação (GUTOWSKY et al., 1979).

Uma desvantagem do sistema de embalagem a vácuo está relacionada com a cor dos cortes. Devido à ausência de oxigênio no interior da embalagem, há oxidação da mioglobina que é o pigmento vermelho-cereja brilhante, característica desejável pelo consumidor no momento da aquisição do produto. A formação do exudado, no interior da embalagem, durante a maturação, também pode influenciar o consumidor no momento da compra.

Atendendo a demanda por cortes pequenos, prontos para o preparo, a tecnologia em embalagens tem evoluído. Embalagens com atmosfera modificada com menos de 0,4% de monóxido de carbono por exemplo, é uma alternativa promissora, uma vez que tem a propriedade de manter a coloração, aparência e flavor até o momento do consumo, sem, no entanto, mascarar eventuais indícios de putrefação (EILERT, 2005).

Bioquímica da maturação

Carne maturada é o resultado do processo que consiste em manter a carne refrigerada sob temperaturas próximas a 0°C, por um período suficiente para torná-la não apenas macia, como também melhorar outras qualidades sensoriais inerentes (LAWRIE, 1985).

A maturação *post-mortem* é um período onde ocorrem alterações significativas na microestrutura do músculo e nas suas características de qualidade, especialmente na textura, maciez e capacidade de retenção de água (PALKA, 2003).

Para melhor entender o processo de maturação é preciso conhecer a estrutura da fibra muscular. O músculo é uma estrutura complexa composta por fibras musculares, citoesqueleto, matriz extracelular e água (PALKA, 2003). A fibra muscular é a unidade fundamental na estrutura do músculo. Cada fibra apresenta-se envolvida por tecido conjuntivo denominado *endomísio*. As fibras agrupam-se para constituir os feixes musculares, sendo também envolvidos por um tecido conjuntivo denominado *perimísio*. O músculo, constituído por agrupamento de feixes, é envolvido pelo *epimísio*, também de tecido

conjuntivo. Portanto, na constituição do músculo estão intimamente associadas as fibras musculares e o tecido conjuntivo (ROÇA, 2001).

As proteínas do tecido conjuntivo, juntamente com as proteínas miofibrilares, são um dos principais componentes cujas características determinam a maciez. A contribuição da gordura nos aspectos relativos à maciez é inferior a 10%, havendo significativo efeito do tecido conjuntivo. As proteínas intermoleculares do tecido conjuntivo, que unem as moléculas de tropocolágeno, são relativamente instáveis ou suscetíveis à desnaturação pelo calor quando recém-formadas, tornando-se mais estáveis quando o animal vai avançando na idade. Com isso ocorre a gelatinização, que nos animais mais jovens ocorre mais rapidamente quando o colágeno dos animais é aquecido. Este processo ocorre mais lentamente com os animais mais adultos, pois o colágeno apresenta maior poder de resistência no aquecimento (KASTNER & FELÍCIO, 1980). No passado, acreditava-se que o processo de amaciamento da carne estava intimamente correlacionado com a quebra do colágeno, principal proteína do tecido conjuntivo (FERNANDES, 1997). PALKA (2003) relata que a maturação do músculo *Semitendinosus* por 12 dias a 4°C aumenta em duas vezes a solubilidade do colágeno.

A fibra que compõe o músculo esquelético é constituída por miofibrilas, cuja unidade estrutural é o sarcômero. Este sistema miofibrilar é composto por diversas proteínas, onde ocorrem as alterações que conduzem ao amaciamento pós-abate (TSITSILONIS et al., 2002).

Apesar dos processos bioquímicos da maturação não serem ainda compreendidos em sua totalidade sabe-se que a atividade de enzimas proteolíticas endógenas está envolvida no processo de amaciamento da carne (TSITSILONIS et al., 2002). O sarcômero é a distância entre duas linhas transversais e escuras, denominadas linhas Z. Distribuídos dentro do sarcômero estão os filamentos grossos e filamentos finos (FERNANDES, 1997). O principal componente dos filamentos grossos é a miosina, além de outras proteínas como a C, M, I e F. Já o principal componente dos filamentos finos é a actina, além de tropomiosina, troponina e β -actinina. Nas linhas Z estão localizadas outras proteínas como α -actinina, desmina, filamina, vimetina

e sinemina. A nebulina é encontrada na região da banda I e a titina está distribuída ao longo dos filamentos grossos e finos (FERNANDES, 1997).

A resolução do rigor-mortis constitui a primeira etapa do amaciamento da carne durante a maturação. O processo é iniciado pela atividade das enzimas pertencentes ao sistema denominado calpaínas, que originalmente eram conhecidas por CaF – enzimas fatoradas pelos íons cálcio. Desde a purificação da primeira calpaína, em 1976, acumularam-se evidências experimentais de que o sistema proteolítico das calpaínas tem papel fundamental na degradação das proteínas miofibrilares (ILIAN et al., 2004). O sistema calpaínas constitui-se de duas enzimas, a μ -calpaína que necessita de 5 a 50 μ M de íons cálcio para sua atividade e a m-calpaína, que requer 300 a 1000 μ M do mesmo íon para iniciar sua atividade. Estas duas enzimas apresentam a propriedade de autólise, atuam sobre si mesmas em um mecanismo ainda desconhecido, inibindo a degradação excessiva das proteínas (ROÇA, 2001; KUBOTA et al., 1993).

Estas duas enzimas não atuam diretamente sobre miosina e actina, porém degradam o disco Z e hidrolisam as proteínas desmina, titina, nebulina, tropomiosina, troponina e proteína C. A hidrólise da tropomiosina e troponina facilitaria a desestruturação e a liberação dos filamentos finos, resultando nos monômeros de actina, enquanto que a degradação da proteína C, em um mecanismo semelhante, desestabilizaria e liberaria os filamentos grossos, resultando nos monômeros de miosina (KUBOTA et al., 1993).

As proteínas titina e nebulina reforçam transversalmente a estrutura miofibrilar e a ação da μ -calpaína e m-calpaína sobre estas enzimas auxiliaria a enfraquecer esta estrutura. Finalmente, a digestão da desmina e das linhas Z, também enfraqueceria a estrutura miofibrilar, principalmente as linhas Z, que são necessárias para manter juntos os sarcômeros (ROÇA, 2001; KUBOTA et al., 1993). A região do disco Z é considerada o principal local onde ocorrem alterações estruturais durante a maturação (ROBSON et al., 1997, citado por PALKA, 2003). O complexo do sistema calpaínas é constituído também pela presença de calpastatinas que tem propriedade de inibir as calpaínas, prejudicando a maciez da carne. Os efeitos das calpaínas e de seus inibidores,

imediatamente *post-mortem*, dependem do pH e temperatura (HANNULA & PUOLANNE, 2004). A relação calpastatina/calpaína é um fator importante para se avaliar a maciez da carne (ROÇA, 2001). Os zebuínos, presumivelmente, possuem uma relação maior do que os taurinos, explicando assim a maior textura na carne zebuína em relação aos taurinos (KUBOTA et al., 1993).

As catepsinas são outras enzimas proteolíticas que degradam a estrutura miofibrilar. As catepsinas B e D degradam a actina e miosina nativas, e as catepsinas B e L degradam o colágeno, porém sua atividade em pH 5,5, é baixa, já que possuem o pH ácido como ótimo para sua atuação (ROÇA, 2001).

As principais alterações ocorridas no músculo durante a maturação, que resultam em uma perda da integridade estrutural do tecido e conseqüentemente numa melhora na maciez da carne: enfraquecimento e/ou degradação do disco Z, degradação da desmina, degradação da titina, degradação da nebulina, desaparecimento da troponina T e aparecimento simultâneo de polipeptídios com peso molecular entre 28 - 32 kDa, aparecimento de um polipeptídio de 95 kDa de peso molecular, e as proteínas contráteis mais abundantes do tecido muscular, a actina e a miosina, não são afetadas durante o processo de maturação da carne (KOOHMARAIE, 1994).

As primeiras alterações *post-mortem* nos músculos estão relacionadas à desintegração dos costâmeros e de outras ligações do citoesqueleto. Como conseqüência destas alterações, a integridade longitudinal e transversal do músculo enfraquece. Após alguns dias de maturação ocorre o enfraquecimento das ligações entre titina, nebulina e linhas Z. A nebulina e a titina são degradadas durante vários dias de armazenamento *post-mortem*, enquanto que as proteínas do disco Z são degradadas após 7-10 dias após o abate. Por fim, alterações estruturais na matriz extracelular iniciam-se após 14 e/ou 28 dias *post-mortem* (PALKA, 2003).

Considerando que a bovinocultura de corte nacional é constituída basicamente de bovinos com genótipo *Bos taurus indicus*, que a maciez é a principal característica de qualidade da carne e que o Brasil é o maior

exportador de carne bovina resfriada, o presente trabalho teve como objetivo estudar algumas características da carcaça durante as 24 horas *post-mortem* e a maturação da carne de bovinos da raça Nelore, com idades de 2 e 3 anos. Foram avaliados o pH e as condições de resfriamento durante as 24 horas *post-mortem*. Após a desossa e embalagem do contra-filé, as amostras permaneceram sob refrigeração (0 a 1°C) até 49 dias de maturação. O processo de maturação foi avaliado através da força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar, avaliação da cor e avaliações microbianas.

O capítulo 2, intitulado **Características da carcaça e da carne de bovinos anelados: pH, área de olho de do lombo e composição centesimal** teve como objetivo estudar a influência da idade de abate nas características de carcaça e na carne de animais da raça Nelore. Foram avaliados o pH e as condições de resfriamento durante as 24 horas *post-mortem*. Após a desossa e embalagem do contrafilé, foi realizada a alometria do lombo (AOL – cm²), avaliada a espessura de gordura subcutânea (EGS - mm) e a composição centesimal (g/100g).

O capítulo 3 intitulado **Efeito do tempo de armazenamento sobre as características higiênicas e sensoriais da carne de bovinos da raça Nelore** teve como objetivo monitorar possíveis alterações nas características de qualidade da carne como as condições microbianas, a cor e as propriedades sensoriais, de animais jovens e intermediários da raça Nelore, resfriadas por até 49 dias.

O capítulo 4 intitulado **Extensão do período de maturação e os efeitos na maciez da carne de bovinos da raça Nelore** teve como objetivo avaliar a maciez da carne de animais jovens e intermediários da raça Nelore maturada por 49 dias. A maciez foi avaliada pela força de cisalhamento (Warner – Bratzler –WB) em amostras maturadas por 1, 14 e 49 dias *post-mortem* e pela avaliação da proteólise miofibrilar do Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM) em amostras maturadas por 1, 14, 28 e 49 dias *post-mortem*. A perda de peso por cocção foi avaliada nas amostras destinadas a avaliação da força de cisalhamento.

Os trabalhos foram escritos segundo as normas da **revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

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

ARIMA, H. K. A carne e a dieta: Um dilema atual (Resumo e adaptação). **TecnoCarnes**, Campinas: CTC, v.13, n.1, jan./fev. 2003.

BARBOSA P. F. Estratégias de utilização de recursos genéticos em sistemas de produção de bovinos de corte. In: Embrapa Pecuária Sudeste. Disponível em: <www.cppse.embrapa.br/publicacoes/publicacoes2.htm>. Acesso em 20 nov 2005.

BIAGINI, G. R. Qualidade da carne bovina: maciez. **Frigorífico: açougueiro moderno**, v. 7, n.69,p.50, abril, 2001.

CARLOS P. et al. Analysis of consumer perceptions on quality and food safety in the spanish beef market: a future application in new product development. In: Congress of the European Association of Agricultural Economists, 11. 2005, Copenhagen. Disponível em: < www.eaae.org/activities/html/congress.htm> Acesso em: 20 nov 2005

CARVALHO, S. R. S. T; MANÇO, M. C. W. Cor. [2002] Disponível em <<http://dgta.fca.unesp.br/carnes/alunos%20PG/Zootecnia/roca306.pdf>> Acesso em jan. 2006.

*Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24p.

CONSUMO *per capita* mundial de carnes. **Anualpec 2005**: Anuário da Pecuária Brasileira, São Paulo, SP, p. 12, 2005.

CORNFORTH, D. Colour meat – its basis and importance. In Pearson, A.M & DUTSON. T. R> (ed) – Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish product – **Advances in meat research series**, v. 9, Black Academic & Professional, p. 34 – 78, 1994.

CORÓ A.G. et al. Carne do zebu: o que está atrás de sua textura? **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v.17, n.271, p.28-34, 1999.

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

CROUSE, J.D. et al. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. **Journal of Animal Science**, Chicago, v. 67, p. 2661-2668, 1989.

DUNSHEA, F.R. et al. Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat. **Meat Science**, Barking, v.71, p.8 - 38, 2005.

EILERT, S.J. New packaging technologies the 21st century. **Meat Science**, Barking, v.71, p.122-127, 2005.

FEIJÓ G. O bovino ideal. Sociedade Nacional de Agricultura, 1998. ano 101, nº626. (<http://biblioteca.sna.agr.br/artigos/artitec-bovinos03.htm> disponível em 20/11/2005).

FELÍCIO, P. E. Avaliação da qualidade da carne bovina. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, 1998, Campinas. **Anais...** São Paulo: Colégio Brasileiro de Nutrição Anima (CBNA), 1998. p 92-99. Disponível em: <<http://www.fea.unicamp.br/lab/carnes/textos.htm>> Acesso em: out. 2005.

FELÍCIO, P. E. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. In: Reunião Anual da SBZ, 36, 1999, Porto Alegre. Anais. Rio Grande do Sul: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. Disponível em: <<http://www.fea.unicamp.br/lab/carnes/textos.htm>> Acesso em: nov. 2005.

FELÍCIO, P. E.; VIACAVA, C. Programa da ACNB para a carne Nelore. Simpósio Nelore, Ribeirão Preto SP, Anais... São Paulo: Associação de criadores de Nelore do Brasil, 2000, p. 65 – 69. Disponível em: <www.fea.unicamp.br/deptos/dta/carnes/files/Programa_Carne_Nelore.pdf> Acesso em 06 jan 2006.

FERNANDES, J. R. A maturação da carne bovina. In: SEMINÁRIO E WORKSHOP “PRESERVAÇÃO E ACONDICIONAMENTO DE CARNE BOVINA IN NATURA”, 1997, Campinas. Campinas: ITAL, 1997. p. 47-55.

GONÇALVES, J. R. Características do processo de resfriamento de carcaças bovinas. ITAL. **TecnoCarnes**, Campinas: CTC, v. 13, n. 3, maio/jun. 2003.

GUTOWSKY, G. H. et al. Vacuum aging display and level of nutrition effects on beef quality. **Journal Food Science**, Chicago, v.44, n.1, p. 140-145, 1979.

HANNULA, T.; PUOLANNE, E. The effect of cooling rate on beef tenderness: The significance of pH at 7°C. **Meat Science**, Barking, v.67, p.403-408, 2004.

HARADA M.M. **Efeito da desossa e da marinação sobre as características de processamento, físico-químicas e sensoriais do músculo *biceps femoris***. Piracicaba, 2004. 78p. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ILIAN, M. et al. The relationship between meat tenderization, miofibril fragmentation and autolysis of calpain 3 during *post-mortem* aging. **Meat Science**, Barking, v.66, p.387-397, 2004

IMMONEN, K., RUUSUNEN, M., HISSA, K., PUOLANNE, E. Bovine muscle glycogen concentration in relation to finishing diet, slaughter and ultimate pH. **Meat Science**, Barking, v. 55, n.1, p. 25 – 31, 2000.

JATURASITHA, S. et al. Reducing toughness of beef from *Bos indicus* draught steers by injection of calcium chloride: effect of concentration and time *postmortem*. **Meat Science**, Barking, v.68, p.61-69, 2004.

JUDGE, M. et al. **Principles of Meat Science**. Dudaque: Kendall/Hunt, 1989. 351p.

KASTNER, C. L.; FELÍCIO, P. E. Tratamentos que influem na maciez da carne bovina no período pós-abate. **Boletim Técnico ITAL**, Campinas, n.5, p.31-64, 1980.

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.

KOOHMARAIE, M. Muscle proteinases and meat aging. **Meat Science**, Barking, v.36, n.1/2, p.93-104, 1994.

KUBOTA, E. H.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Maturação da carne um processo enzimático. **Revista Nacional da Carne**, v. 18, n. 200, out., p.12-15, 1993.

LAWRENCE R.W. et al. The efficacy of a vitamin D3 metabolite for improving the myofibrillar tenderness of meat from *Bos indicus* cattle. **Meat Science**, Barking, v.72, p.69-78, 2006.

LAWRIE, R. A. **Meat Science**, 4 ed., New York: Pergamon Press, 1985.

LEMOS, A. L. S. C. Zoonutrientes – carne e produtos cárneos, uma nova abordagem nutricional. **TecnoCarnes**, Campinas: CTC, v. 13, n.3, maio/jun. 2003.

LUCHIARI FILHO A. et al. Hanging the beef carcass by the forequarter to improve tenderness of the *longissimus dorsi* and *biceps femoris* muscles. **Science Agriculture**, Piracicaba, v.62, n.5, p.483-486, 2005.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1.ed. São Paulo: Luchiari Filho, 2000. 134p.

LUCHIARI FILHO A.; MOURA A.C. Situação atual e tendências da pecuária de corte no Brasil relacionados à qualidade da carne. In: I Simpósio Internacional Sobre Produção Intensiva de Gado de Corte. São Paulo, p. 42-44, 1997.

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

MONSÓN, F. et al. Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in the intensively reared beef. **Meat Science**, Barking, v.71, p.471-479, 2005.

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

OLIVEIRA J.H.F. et al. Nelore: Base genética e evolução seletiva no Brasil. In: **Documentos**. EMBRAPA: Brasília. 2002. 50p.

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

PARDI, M. C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**, Goiânia: EDUF, 1995.v.1, 586p.

PARRISH Jr, F. C. et al. Effect of *post-mortem* aging time and temperature on beef muscle attributes. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 29, n.3, p. 398-403, 1969.

PEREIRA, A.S.C. **Qualidade da carne de bovinos nelore (*Bos taurus indicus*) suplementados com vitamina E**. 2002. 86 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia/ Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2002.

POTTER V.J. O papel das novas raças na produção de carne. In: III Simpósio Nacional de Melhoramento Animal. Belo Horizonte. **Anais...**2000.p. 156 – 164.

PRINGLE, T.D. et al. Carcass characteristics, the calpain proteinase system, and aged tenderness of Angus and Brahman crossbred steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 2955-2961, 1997.

RESTLE J. et al. Características de carcaça e da carne de vacas de descarte de diferentes genótipos Charolês x Nelore, terminadas em confinamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.2, p.345-350, 2003.

ROÇA, R. O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, FCA, UNESP, 2001. 201p.

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

RÜBENSAM, J.M.; MONTEIRO, E.M. Maciez e atividade de calpastatina em carne bovina. **Documentos CPPSu/EMBRAPA**, n. 28, 2000. 53p.

SANTIM, J. Proteínas: qualidade e questões. Outubro de 2005. Disponível em < <http://beefpoint.com.br/bn/carnesaude/artigo.asp> > Acesso em 23 dez 2005.

SARANTÓPULOS, C. I. G. L. et al. Estabilidade de carne bovina em atmosfera modificada após maturação em embalagem a vácuo. **Coletânea ITAL**, Campinas, v.26, n.2, p. 143 – 154, jul./dez., 1996.

SARANTÓPULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L.M. de. Sistemas de embalagens plásticas para preservação da carne bovina e derivados. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, ano XX, n. 232, p.20 – 33, 1996.

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

SHACKELFORD, S.D. et al. Heritabilities and phenotypic and genetic correlations for bovine post rigor calpastatin activity, intramuscular fat content, Warner Bratzler shear force, retail product yield and growth rate. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, p. 857-863, 1994.

SHERBECK, J.A. et al. Effect of phenotypic expression of Brahman breeding on marbling and tenderness traits. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, p. 304-309, 1996.

USDA lança nova pirâmide alimentar, abril de 2005. Disponível em < [http : //beefpoint.com.br/bn/carnesaude/artigo.asp](http://beefpoint.com.br/bn/carnesaude/artigo.asp) > Acesso em 23 dez 2005.

TSITSILONIS, O.E. et al. A skeletal muscle troponin-T specific ELISA based on the use of an antibody against the soluble troponin T (16-31) fragment. **Journal of Immunological Methods**, Amsterdam, v.268, p.141-148, 2002.

VAZ, F.N.; RESTLE, J. Produção de carne com qualidade. In: RESTLE, J. et al. (Ed.) **Produção intensiva com qualidade em bovinos de corte**. Santa Maria: UFSM, 1998. p.104-119.

WATANABE, A., DALY, C. C., DEVINE, C. E. The effects of ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing. **Meat Science**, Barking, v. 42, p. 67 – 78, 1996.

WHEELER, T.L. et al. Effect of *postmortem* treatments on the tenderness of meat from Hereford, Brahman and Brahman-cross beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, p. 3677-3683, 1990a.

WHEELER, T.L. et al. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 4206-4220, 1990b.

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

WHIPPLE, G. et al. Evaluation of attributes that affect longissimus muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 2716-2728, 1990a.

WHIPPLE, G. et al. Predicting beef-longissimus tenderness from various biochemical and histological muscle traits. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, p.4193-4199, 1990b.

CAPÍTULO 2

**CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA E DA CARNE DE BOVINOS
ANELORADOS: pH, ÁREA DE OLHO DO LOMBO E
COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.**

CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA E DA CARNE DE BOVINOS ANELORADOS: pH, ÁREA DE OLHO DE LOMBO E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.

Maria Carolina Wilmers Manço¹, Roberto de Oliveira Roça², José Eduardo Corrente³, Juliana Ramiro⁴, André Abrahão⁵.

RESUMO - Foram utilizados 20 bovinos machos, castrados, da raça Nelore, com 2 e 3 anos, para avaliar efeitos da idade de abate na curva de pH e temperatura avaliados nas primeiras 24 horas *post-mortem* (músculo *Longissimus dorsi* e *Triceps brachii*), na área de olho de lombo (AOL), na espessura de gordura subcutânea (EGS) e na composição centesimal (músculo *Longissimus dorsi*) da carne. Após 24 horas de resfriamento as carcaças foram desossadas. As amostras foram embaladas a vácuo, mantidas sob refrigeração (0 a 1°C) até o momento da análise. A medida da área de olho de lombo foi realizada através de traçado em papel vegetal para posterior avaliação em Mesa Digitalizadora (modelo MDD 1812 - DIGICOM). A espessura de gordura foi medida com paquímetro. A avaliação da composição centesimal seguiu os métodos descritos pela A.O.A.C. para proteína, umidade, extrato etéreo e resíduo mineral fixo. As curvas de queda de pH e temperatura (músculo *Longissimus dorsi* e *Triceps brachii*), área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e composição centesimal não apresentam diferenças significativas para as duas idades de abate analisadas.

Termos para indexação: composição centesimal, área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea.

¹ Zootecnista, bolsista da CAPES e aluna do curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - UNESP, Botucatu. E-mail: mcwmanco@fca.unesp.br

² Med. Vet., Prof. Adj. do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da FCA - UNESP, Caixa Postal, 237. CEP 18.603-970. Botucatu. SP. E-mail: robertoroca@fca.unesp.br.

³ Matemático, Prof. Ad. do Departamento de Bioestatística do IBB – UNESP. E-mail: jecorren@ibb.unesp.br

⁴ Aluna 4ºano Agronomia da FCA - UNESP;

⁵ Aluno do curso de Doutorado da Pós-graduação em Zootecnia da FMVZ – UNESP, Botucatu.

MEAT AND CARCASS CHARACTERISTICS OF NELLORE: pH, LOIN EYE AREA AND CENTESIMAL COMPOSITION.

ABSTRACT - Twenty steers, 2 and 3 year-old Nellore were used to evaluate the effects of the slaughter age on the pH and temperature decline curve assessed during the first 24 hours *post-mortem* (*Longissimus dorsi* and *Triceps brachii* muscles), the Loin Eye Area (LEA), Subcutaneous Fat Thickness (SFT) and the centesimal composition (*Longissimus dorsi* muscle) of the meat. The carcasses were deboned after 24 hours of cooling. The samples were vacuum packaged and kept cooled (0 to 1°C) until the analysis moment. The evaluation of loin eye area was carried out by plotting in skin paper for further assessment using a scanner (MDD 1812 – DIGICOM model). The fat thickness was measured using a paquimeter. The proximate analysis followed the methods described by the A.O.A.C for protein, moisture, ethereal extract and fixed mineral residue. The pH and temperature drop curves (*Longissimus dorsi* and *Triceps brachii* muscle), loin eye area, subcutaneous fat thickness and proximate composition did not show significant differences for the two slaughter ages studied.

Index terms: centesimal composition, loin eye area, subcutaneous fat thickness.

INTRODUÇÃO

Durante a década de 90 observaram-se importantes mudanças na cadeia produtiva da pecuária de corte nacional. Das principais modificações destacou-se a forma de comercialização, tendo como principal atributo a qualidade. A competitividade do mercado atual está no oferecimento de um produto melhor adaptado às exigências do consumidor, atendendo sempre às suas expectativas (BIAGINI, 2001).

Analisando o conceito de qualidade de carne, vários fatores estão envolvidos. A cor, quantidade de suco exudado, quantidade e distribuição de gordura, maciez, aroma, sabor e suculência, são fatores importantes para o consumidor na ocasião da compra e da degustação do produto. Destacam-se também fatores relacionados à saúde humana, como teor protéico, densidade calórica e condições higiênico-sanitárias (FELÍCIO, 1998, 1999). A carne deve ser segura do ponto de vista microbiológico, ausente de microorganismos patogênicos e resíduos químicos (BIAGINI, 2001).

Quando avaliados parâmetros que envolvem a qualidade de carne, a maciez é o fator de maior variabilidade, sendo o atributo mais desejável pelo consumidor. A importância da maciez pode ser avaliada pelos preços dos cortes comercializados. Alcançam maiores preços os cortes mais macios (RÜBENSAM & MONTEIRO, 2000; KOOHMARAIE et al., 2002).

Estima-se que no Brasil, das 170 milhões de cabeças que compõem o rebanho bovino brasileiro, 80% é composto por bovinos de corte, ou seja, aproximadamente 135 milhões são constituídos de bovinos com aptidão para a produção de carne (REBANHO, 2005). Deste total cerca de 80% é constituído pelo genótipo *Bos taurus indicus*, o que acarreta na inconveniente falta de maciez da carne. A produção bovina no Brasil está fundamentada na utilização das pastagens, concentrando a maior parte do rebanho em clima e solos tropicais por isso a criação predominante no país é extensiva (FELÍCIO, 1996). Das 47 milhões de cabeças abatidas anualmente no Brasil, apenas 2,4 milhões são terminadas em confinamento, o restante, cerca de 44,6 milhões são mantidos em regime de pasto, (CARNEIRO et al., 2003; CONFINAMENTOS, 2005; EUCLIDES et al., 1997).

Uma das principais conseqüências do sistema de produção em regime de pasto é a estacionalidade de produção de pastagens que acarreta a variação da qualidade de carcaças como idade, acabamento e condição sexual (SORIA, 2005).

Juntamente com as características do animal que vai para o abate, os procedimentos inadequados, *ante* e *post-mortem*, podem influenciar negativamente a qualidade da carne. Os cuidados de transporte, carregamento e descarregamento, manejo *ante-mortem*, são necessários para obtenção de um produto final de boa qualidade (ROÇA, 2001).

Todos os cuidados *ante-mortem* e os que dizem respeito às modificações *post-mortem*, como queda de pH e as condições de resfriamento, afetam a qualidade do produto final quando associados a fatores de ordem genética, ao manejo e à alimentação dos animais, além da idade em que o animal está pronto para o abate.

O presente trabalho teve como objetivo estudar a influência da idade de abate nas características de carcaça e na carne de animais da raça Nelore. Foram avaliados o pH e as condições de resfriamento durante as 24 horas *post-mortem*. A classificação da idade do animal foi realizada de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação e Tipificação de Carcaça.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Foram utilizados 20 bovinos sãos, da raça Nelore, castrados, abatidos no Frigorífico Vangélio Mondelli em Bauru - SP, sob Serviço de Inspeção Federal (SIF 1758), sendo estes animais divididos em dois grupos de idade de acordo com a cronologia dentária, constituindo os tratamentos:

- Tratamento 1 – animais com 2 dentes definitivos classificados como animais “jovens” com dois anos de idade;
- Tratamento 2 – animais com 4 dentes definitivos classificados como animais “intermediários” com três anos de idade.

Os animais foram selecionados em três colheitas diferentes, sendo uma a cada dois meses. Na primeira colheita foram selecionados dois animais, na segunda colheita quatro animais e na terceira 14 animais, totalizando 20 animais, 10 jovens e 10 intermediários. Em todas as colheitas os animais foram selecionados dentro de um mesmo lote ou origem (Tabela 1).

- 1ª colheita: 1 animal jovem e 1 animal intermediário;
- 2ª colheita: 2 animais jovens e 2 animais intermediários;
- 3ª colheita: 7 animais jovens e 7 animais intermediários.

A operação de abate seguiu as normas previstas pelo Serviço de Inspeção Federal, sendo que a seleção dos animais ocorreu ao longo da linha de abate, onde foi possível identificar os animais com plaquetas numeradas, fixadas no lado direito da carcaça.

Após o abate do lote, o peso das meias-carcaças, o número de condenações totais e parciais do lote, o horário de entrada na câmara, a conformação e o acabamento das carcaças foram anotados (modelo – anexo II). As meias carcaças permaneceram em câmara de resfriamento por 24 horas, onde foram avaliadas: a queda de pH e as condições de resfriamento das carcaças, e a umidade relativa e a temperatura ambiente da câmara.

As medidas de pH e temperatura foram realizadas nas meia - carcaças direitas a 5 cm de profundidade nos músculos *Longissimus dorsi*, entre a 11ª e 12ª costelas e *Triceps brachii*, nos intervalos de 2, 4, 6 e 24 horas *post-mortem*. A umidade relativa da câmara e temperatura ambiente da câmara foram aferidas nestes mesmos intervalos com auxílio de termohigrômetro (modelo – anexo III).

As carcaças foram retiradas da câmara fria após 24 horas de resfriamento. O contrafilé foi desossado e retirado um corte transversal de 2,5cm de largura entre a 11ª e 12ª costelas (vértebra torácica)

Todas as amostras foram embaladas a vácuo dentro da indústria e transportadas ao Laboratório de Tecnologia de Carnes do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Campus de Botucatu, onde foram realizadas as avaliações. No

laboratório, as amostras permaneceram sob refrigeração (0 a 1°C) até o momento da análise.

Tabela 1 – Lote de abate, número de animais do lote, idade de abate, peso de carcaça quente, procedência e distância de transporte dos animais.

Lote	n° de animais do lote	n° do animal no lote	Idade (anos)	Peso da carcaça quente (kg)	Procedência e distância de transporte (km)
2	114	38	2	239,2	Porto Feliz – SP 210 km
		54	3	283,3	
7	108	43	2	288,8	Camapuã – MS 806 km
		52	2	264,6	
		29	3	244,1	
		35	3	275,4	
4	144	14	2	269,7	Bauru – SP < 50 km
		17	2	239,3	
		25	2	251,7	
		31	2	253,7	
		50	2	247,0	
		59	2	268,3	
		100	2	310,2	
		21	3	281,7	
		40	3	246,8	
		41	3	296,5	
		58	3	283,5	
		60	3	250,1	
80	3	293,7			
88	3	347,2			
Média	-----	-----	2	259,6 (17,30@)	
			3	275,7 (18,38@)	

Métodos

pH e temperatura *post-mortem*

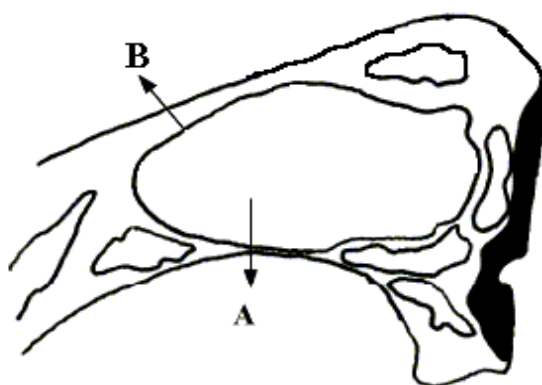
O pH foi determinado através de potenciômetro de penetração, marca *Sentron*, a 5 cm de profundidade nos músculos *Longissimus dorsi*, entre a 11^a e 12^a costelas e *Triceps brachii*, nos intervalos de 2, 4, 6 e 24 horas *post-mortem*. Com o mesmo eletrodo determinou-se a temperatura dos mesmos músculos, seguindo os mesmos procedimentos para a determinação do pH.

Área de olho de lombo

A medida da área de olho de lombo foi realizada no músculo *Longissimus dorsi* após 24 horas *post-mortem* através de traçado em papel vegetal para posterior avaliação em Mesa Digitalizadora modelo MDD 1812 (DIGICOM). As imagens foram analisadas pelo programa SPLAN – Sistema de Planimetria Digitalizadora – (CINAG, Botucatu) no Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento do Departamento de Engenharia Rural - FCA, Unesp – Botucatu.

Espessura de gordura subcutânea

A avaliação da espessura de gordura subcutânea foi realizada após 24 horas *post-mortem*. As amostras foram retiradas da embalagem a vácuo e a espessura de gordura foi medida com paquímetro (Figura 1).



Figuras 1 - Locais das mensurações realizadas no músculo *Longissimus dorsi*:
A) área de olho de lombo (AOL), B) espessura de gordura subcutânea (EGS).

Composição centesimal

A avaliação da composição centesimal foi realizada nas amostras de carne *in natura* referente ao músculo *Longissimus dorsi*. Foram avaliados:

- **umidade:** realizada seguindo o método 950.46 da A.O.A.C. (1990);
- **proteína:** foi empregado o método de Kjeldahl-micro, 928.080 da A.O.A.C.(1990) para determinação do nitrogênio total. A proteína bruta foi calculada em função dos teores de nitrogênio total, multiplicado pelo fator 6,25;
- **extrato etéreo:** foi determinado segundo A.O.A.C., (1990), item 960.39;
- **resíduo mineral fixo:** realizado segundo o método recomendado pela A.O.A.C. (1990), item 920.153.

Análise estatística

Para avaliação do pH e temperatura as observações foram feitas em quatro tempos (2, 4, 6 e 24 horas *post-mortem*) para dois tratamentos (idades de abate). O esquema de análise adotado foi o de parcela subdividida, considerando o tempo como parcela e os tratamentos como subparcela e utilizado o teste F para verificar a diferença entre os tempos e os tratamentos. O efeito de tratamento foi considerado alinhado aos tempos para verificar diferenças de tratamentos para os tempos fixados. Em todas as variáveis foi verificada a normalidade dos dados para a aplicação do teste F na análise de variância.

Para as comparações entre tratamentos, tempo e tratamentos com tempo fixado foi aplicado o teste t-Student obtido com o comando LSMEANS do PROC GLM do programa Statistical Analysis System V8.02 (SAS, 2001).

O delineamento experimental adotado nas avaliações de área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e composição centesimal foi o de blocos ao acaso. A comparação das médias dos tratamentos foi realizada com a utilização do teste de Tukey, conforme SNEDECOR & COCHRAN, 1978. As análises foram realizadas pelo (SAS, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação do pH *post-mortem*

Os valores médios de pH, avaliados no músculo *Longissimus dorsi*, 2, 4, 6 e 24 horas *post-mortem*, apresentaram diferença estatística significativa ($P < 0,01$) entre si (Tabela 2). Os valores médios obtidos 2, 4, 6 e 24 horas foram, respectivamente, 6,97, 6,13, 6,00 e 5,78, caracterizando uma curva normal de queda do pH (Figura 2) segundo ROÇA (2001) .

Quando comparadas as idades de abate (Tabela 2) os valores médios de pH encontrados no m. *L. dorsi* para os animais com 2 anos, 2, 4, 6 e 24 horas *post-mortem* foram 6,97, 6,12, 5,94 e 5,79, respectivamente e para animais com 3 anos, os valores encontrados nos mesmos períodos, foram 6,97, 6,14, 6,07 e 5,77, respectivamente. Os valores médios de pH final (24 horas) foram iguais ($P > 0,05$) para os animais jovens e intermediários.

Vários autores obtiveram resultados semelhantes a curva de queda do pH observada no presente trabalho. MANÇO (2002) comparando os parâmetros *post-mortem* de animais da raça Nelore, abatidos em três diferentes idades, observou mesmo padrão de curva de queda de pH para animais abatidos com 2 e 3 anos.

WHIPPLE et al. (1990), estudando animais jovens cruzados Shahiwal x Hereford, com idade entre 15 - 17 meses, observaram valores médios de pH avaliados 3, 6, 9, e 12 horas *post-mortem* iguais a 6,4, 6,1, 5,9 e 5,8, respectivamente. Apesar da diferença de idade entre os animais estudados por WHIPPLE et al. (1990) e os animais estudados no presente trabalho os valores de pH apresentaram semelhança.

SHACKELFORD et al. (1991) trabalhando com novilhas cruzadas $\frac{5}{8}$ Brahman $\frac{3}{8}$ Angus, com idade entre 15 e 17 meses, encontraram valores médios de pH 0, 3, 6, 9, 12 e 24 horas *post-mortem* iguais a 6,68, 5,82, 5,63, 5,51, 5,42 e 5,45, respectivamente.

Comparando os efeitos de desossa a quente e desossa convencional na qualidade da carne de bovinos Polled Hereford, castrados, com idade ao redor de 36 meses (intermediário), obtiveram-se resultados de pH das carcaças desossadas após refrigeração, nos intervalos de 2, 4, 6, 8, 10, 12 e

24 horas *post-mortem* iguais a 6,46, 6,30, 6,01, 5,91, 5,86, 5,59 e 5,58, respectivamente (FEIJÓ & MÜLLER, 1994). Estes valores são semelhantes aos valores de pH encontrados nos animais de três anos estudados no presente trabalho.

Porém, comparando os valores médios de pH, 3, 6, 9 e 12 horas *post-mortem* encontrados por WHIPPLE et al. (1990) e SHACKELFORD et al. (1991) observa-se que as novilhas $\frac{5}{8}$ Brahman $\frac{3}{8}$ Angus apresentam uma curva de queda de pH mais acentuada. ABULARACH et al. (1998) verificaram valores médios finais de pH no músculo *Longissimus dorsi*, de animais jovens, da raça Nelore, não castrados, iguais a 5,57, variando entre 5,4 e 5,6. Estes valores são inferiores a 5,79, valor médio de pH final encontrado nos animais jovens, no presente trabalho.

Alterações nas curvas de queda de pH são diretamente influenciadas pelas condições de manejo *ante - mortem* podendo explicar as variações observadas.

Os valores médios de pH, avaliados no músculo *Triceps brachii* 2, 4, 6 e 24 horas *post-mortem*, foram diferentes entre si (Tabela 3), sendo similares às médias obtidas no músculo *Longissimus dorsi*, caracterizando também uma curva normal de queda de pH (Figura 3). Quando comparadas as idades de abate não houve diferença estatística ($P > 0,05$) nos valores de pH avaliados durante o *post-mortem*.

Os animais jovens apresentaram valores médios de pH 2, 4, 6 e 24 horas *post-mortem* iguais a 7,05, 6,06, 6,02 e 5,81, respectivamente. Para animais intermediários os valores encontrados, nos mesmos períodos, foram 7,02, 6,01, 5,94 e 5,74.

Apesar da diferença entre os intervalos de aferição de pH com os trabalhos de outros autores verifica-se que o intervalo de 2, 4, 6 e 24 *post-mortem* foi eficiente para a composição de uma curva de pH, podendo ser utilizado como referência para novos trabalhos.

Os valores de pH nos dois músculos apresentam uma pequena variação. Os valores encontrados no músculo *Triceps brachii* foram superiores aos valores médios de pH encontrados no músculo *Longissimus dorsi*. Isto

pode estar relacionado com as características e função fisiológica de cada músculo, porém a comparação entre os diferentes grupos musculares não foi o objetivo do presente trabalho.

No músculo *Longissimus dorsi* os valores médios de pH final (24 horas *post-mortem*) encontrados nos animais jovens e intermediários foram 5,79 e 5,77, e no músculo *Triceps brachii*, foram 5,81 e 5,74.

Segundo IMMONEM et al. (2000) estes valores de pH final, avaliados 24 *post-mortem*, indicam que não houve comprometimento da qualidade do produto final.

Os valores médios de pH final também indicam que tanto os animais jovens como os intermediários apresentaram cortes com coloração normal segundo ROÇA (2001). Este autor considera o valor de pH final igual a 6,0 como linha divisória entre o corte normal e o corte escuro ou “*dark cutting*” característica da carne DFD (*dark, firm, dry*) mais freqüente em animais inteiros.

Considerando valor de pH < 5,99 como limite para exportação de carne bovina para a União Européia os valores encontrados não seriam limitantes.

Tabela 2 - Valores médios de pH do músculo *Longissimus dorsi* de animais com diferentes idades de abate em função do tempo *post-mortem*.

Animal	Horas <i>post-mortem</i>			
	2	4	6	24
Jovem	6,97A ²	6,12B	5,94B	5,79C
Intermediário	6,97A	6,14B	6,07B	5,77C
Média	6,97A ¹	6,13B	6,00B	5,78C

¹ Letras maiúsculas diferentes indicam haver diferença estatística entre a média geral dos resultados em função do tempo *post-mortem* ($P < 0,01$); ² letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre a média de cada tratamento em função do tempo *post-mortem* ($P < 0,01$).

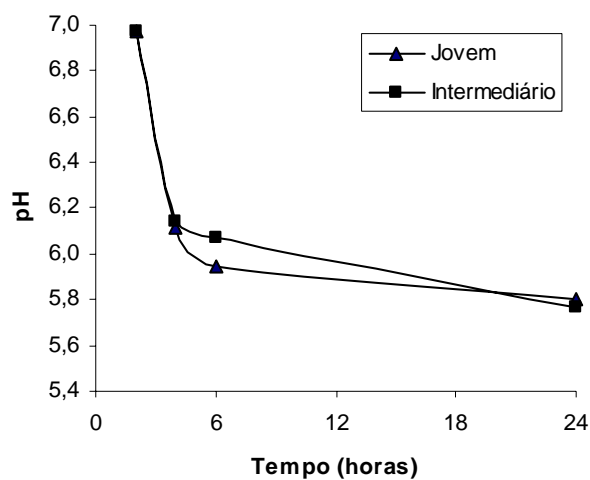


Figura 2 - pH do músculo *Longissimus dorsi* de animais com diferentes idades de abate em função do tempo *post-mortem*.

Tabela 3 – Valores médios de pH do músculo *Triceps brachii* de animais com diferentes idades de abate em função do tempo *post-mortem*.

Animal	Horas <i>post-mortem</i>			
	2	4	6	24
Jovem	7,05A ²	6,06B	6,02B	5,81B
Intermediário	7,02A	6,01B	5,94BC	5,74C
Média	7,04A ¹	6,03B	5,98B	5,77C

¹ Letras maiúsculas diferentes indicam haver diferença estatística entre a média geral dos resultados em função do tempo *post-mortem* ($P < 0,05$); ² letras maiúsculas diferentes indicam haver diferença estatística entre a média de cada tratamento em função do tempo *post-mortem* ($P < 0,05$).

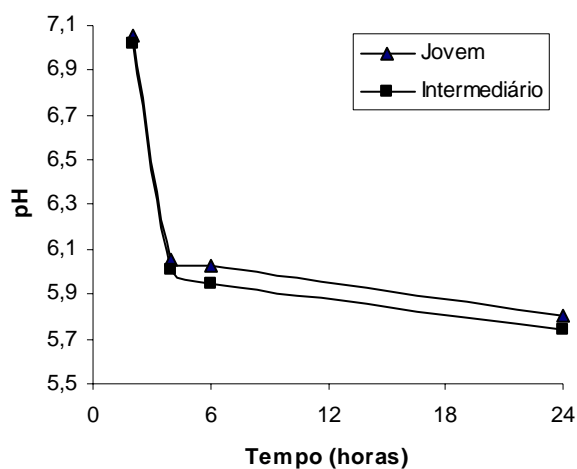


Figura 3 - pH do músculo *Triceps brachii* de animais com diferentes idades de abate em função do tempo *post-mortem*.

Avaliação da temperatura *post-mortem*

Os valores médios de temperatura encontrados 2, 4, 6 e 24 horas *post-mortem* apresentaram diferença estatística significativa ($P < 0,05$) nos dois músculos avaliados, resultando em curvas com mesmo perfil.

Comparando as idades de abate os valores médios de temperatura avaliados no músculo *Longissimus dorsi* (Tabela 4, Figura 4) e no músculo *Triceps brachii* (Tabela 5, Figura 5) 2, 4, 6 e 24 horas *post-mortem* não apresentaram diferença estatística significativa ($P > 0,05$), pois características como peso da carcaça quente (Tabela 1) e espessura de gordura subcutânea (Tabela 6) que interferem diretamente na queda de temperatura durante o *post-mortem* não diferiram entre si ($P > 0,05$). As condições de temperatura e umidade relativa da câmara de resfriamento também foram monitoradas e permaneceram iguais para as carcaças de animais jovens e intermediários. Os valores médios de temperatura e umidade relativa da câmara foram 7,6°C (variando entre 6,4 e 9,2°C) e 93,37% (variando entre 92 e 95%), respectivamente.

MANÇO (2002) comparando características de animais abatidos em três idades encontrou coeficientes de correlação entre peso de carcaça quente e a temperatura final nos músculos *Longissimus dorsi* e *Triceps brachii* de 0,6741 ($P < 0,01$) e 0,7221 ($P < 0,01$), respectivamente, demonstrando claramente o efeito do peso na temperatura final da carcaça.

Independente da idade de abate do animal deve-se observar que, para evitar danos do encurtamento pelo frio, a temperatura na carcaça, nas primeiras 10 horas *post-mortem* não deve ser inferior a 10°C (FORREST et al., 1979). Nas Figuras 4 e 5 observa-se, pela curva de queda de temperatura, que este preceito foi obedecido e que as recomendações de FELÍCIO & VIACAVA (2000) foram seguidas.

Tabela 4 – Valores médios de temperatura (°C) do músculo *Longissimus dorsi* de animais com diferentes idades de abate em função do tempo *post-mortem*.

Animal	Horas <i>post-mortem</i>			
	2	4	6	24
Jovem	24,6A ²	20,2B	16,2C	4,5D
Intermediário	25,2A	20,8B	17,0C	4,5D
Média	24,9A ¹	20,5B	16,6C	4,5D

¹ Letras maiúsculas diferentes indicam haver diferença estatística entre a média geral dos resultados em função do tempo *post-mortem* ($P < 0,01$); ² letras maiúsculas diferentes indicam haver diferença estatística entre a média de cada tratamento em função do tempo *post-mortem* ($P < 0,01$).

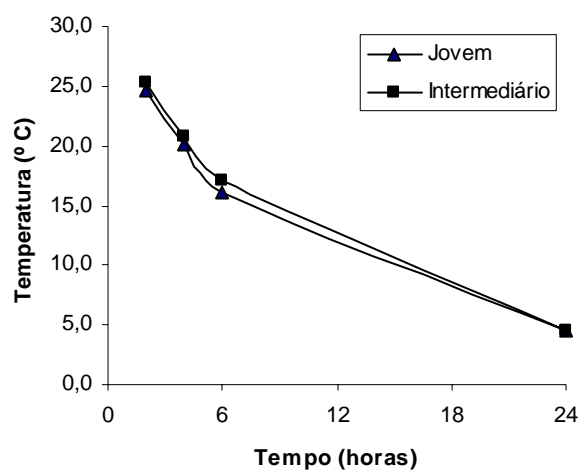


Figura 4 - Temperatura (°C) do músculo *Longissimus dorsi* de animais com diferentes idades de abate em função do tempo *post-mortem*.

Tabela 5 – Valores médios de temperatura (°C) do músculo *Triceps brachii* de animais com diferentes idades de abate em função do tempo *post-mortem*.

Animal	Horas <i>post-mortem</i>			
	2	4	6	24
Jovem	24,1A ²	21,7B	18,2C	4,9D
Intermediário	25,5A	22,7B	19,7C	5,5D
Média	24,8A ¹	22,2B	19,0C	5,2D

¹ Letras maiúsculas diferentes indicam haver diferença estatística entre a média geral dos resultados em função do tempo *post-mortem* (P<0,01); ² letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre a média de cada tratamento em função do tempo *post-mortem* (P<0,01).

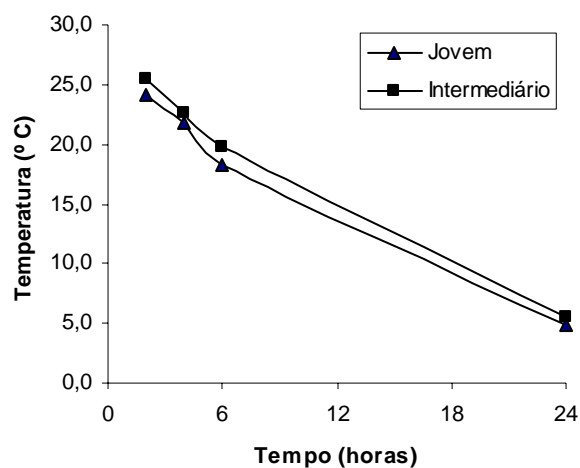


Figura 5 - Temperatura (°C) do músculo *Triceps brachii* de animais com diferentes idades de abate em função do tempo *post-mortem*.

Avaliação da área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS)

A área de olho de lombo utilizada em conjunto com outros parâmetros, como por exemplo, com a espessura de gordura subcutânea, pode auxiliar na avaliação do grau de rendimento dos cortes desossados na carcaça (MÜLLER, 1980).

A avaliação da área de olho de lombo medida entre a 12^a e 13^a costelas e da espessura de gordura subcutânea são internacionalmente aceitas como bons indicadores de desenvolvimento muscular do animal e quantidade de gordura de cobertura, mas sua importância não fica limitada a isso, pois é importante indicador do rendimento dos cortes de alto valor comercial, além de apresentar correlação positiva entre porção comestível da carcaça (LUCHIARI FILHO, 2000 e PRADO et al., 2004). Por isso a área de olho de lombo mínima deve ser de 29 cm² para cada 100 quilogramas de peso de carcaça (LUCHIARI FILHO, 2000).

No presente estudo os valores médios de AOL e de EGS foram iguais ($P > 0,05$) quando comparadas as duas idades de abate (Tabela 6).

Os valores médios de AOL encontrados para animais jovens e intermediários foram de 62,49 cm² e 63,02cm², respectivamente, ou 24,07cm²/100kg de carcaça para animais jovens e 22,87cm²/100 kg de carcaça para animais intermediários, valores abaixo do valor mínimo de 29 cm²/100kg de carcaça indicado por LUCHIARI FILHO (2000).

Valores semelhantes de AOL foram observados por LUCHIARI FILHO et al. (1985) e PRADO et al. (2004).

Tourinhos da raça Nelore, com idade ao redor dos 24 meses, apresentaram valores médios de AOL igual a 67,18 cm² (LUCHIARI FILHO et al., 1985). PRADO et al. (2004) avaliando características de carcaça de bovinos de corte de diferentes grupos genéticos observaram valores médios de área de olho de lombo iguais a 60,58 cm² para animais Brangus, 63,29 cm² para animais 1/2 Canchim 1/2 Nelore, 74,29cm² para animais 1/2 Limousin 1/2 Nelore e 53,16 cm² para animais Neloques, observando que animais da raça Nelore apresentaram os menores valores.

Porém vários autores encontraram valores de AOL diferentes aos encontrados no presente trabalho.

Novilhos jovens $\frac{5}{8}$ Brahman $\frac{3}{8}$ Hereford, entre 15 e 17 meses de idade, obtiveram resultados médios de AOL iguais a 71,1 cm² (SHACKELFORD et al., 1991). PRINGLE et al. (1997) e WHELLER et al. (1990) estudando animais Brahman puros com idade ao redor de 24 meses (jovens), observaram valores de AOL iguais a 72,7 cm², reforçando resultados encontrados por SHACKELFORD et al. (1991).

PERKINS et al. (1992) estudando a correlação dos valores obtidos através da avaliação da AOL por ultra-som e na carcaça em animais de diferentes grupos genéticos obtiveram valores de 68,60 cm² para animais mexicanos cruzados com zebuínos e valores médios de AOL de 72,40 cm² considerando todos os genótipos avaliados.

CROUSE et al. (1989), estudando novilhos jovens, Brahman puros e Sahiwal puros, com idade entre 13 e 15 meses, obtiveram AOL iguais a 69,5 e 67,3 cm², respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por WHIPPLE et al. (1990).

Tourinhos da raça Nelore, com idade de 24 meses apresentaram valores de AOL iguais a 72,14 cm² (FELÍCIO, 1997).

Os valores encontrados para AOL pelos autores SHACKELFORD et al. (1991), PRINGLE et al. (1997), WHELLER et al. (1990), PERKINS et al. (1992), CROUSE et al. (1989) e FELÍCIO (1997) são semelhantes entre si, porém quando comparados aos resultados encontrados no presente trabalho são superiores independentemente das idades de abate avaliadas.

SUGISAWA et al. (2002) e PRADO et al. (2004) observaram efeito significativo ($P < 0,05$) do grupo genético nas medidas de área de olho de lombo quando avaliado diretamente na carcaça.

RESTLE et al. (1995) afirmam que valores médios de área de olho de lombo apresentam alta correlação com o peso da carcaça o que explicaria as variações de valores de área de olho de lombo encontrados.

A gordura subcutânea pode ser classificada em cinco categorias de acordo com sua espessura: ausente (inferior a 1mm), escassa (entre 1 e 3 mm), mediana (entre 3 e 6 mm), uniforme (6 a 10 mm) e excessiva (acima de 10 mm) (ROÇA, 2001; PARDI et al., 1995).

Carcaças classificadas, quanto à espessura de gordura, como ausente podem ter sua qualidade comprometida devido a possíveis danos causados pelo frio durante a estocagem. Carcaças com gordura excessiva (>10 mm) são indesejáveis devido à queda no rendimento da porção comestível (LUCHIARI FILHO, 2000).

O valor médio de EGS encontrado nos animais jovens é igual ao encontrado nos animais intermediários, sendo respectivamente, 3,0mm e 6,6mm, porém os animais jovens apresentaram grau de gordura mediana e os animais intermediários grau de gordura uniforme. A espessura de gordura de 3,0 mm encontrada nos animais jovens não evita os danos causados durante o resfriamento das carcaças e nem interfere no rendimento dos cortes.

Animais castrados depositam gordura mais precocemente que os animais inteiros. Estudos mostram que animais castrados apresentam valores médios de espessura de gordura superiores aos animais inteiros (PRADO et al, 2004; FEIJÓ et al. 1999; RESTLE, 1994).

Porém LUCHIARI FILHO et al. (1985) e FELÍCIO (1997) avaliando a EGS de touros da raça Nelore observaram valores semelhantes aos encontrados no presente trabalho.

Possíveis diferenças podem ser explicadas pelo sistema de criação e/ou terminação adotados, já que o sistema de produção associado à idade do animal, genética (RIBEIRO, 2000) e procedimentos industriais interferem na quantidade e na distribuição da gordura na carcaça (MANÇO, 2002).

Composição centesimal

Os valores de composição centesimal: umidade, proteína, extrato etéreo (EE) e resíduo mineral fixo (RMF) não diferiram ($P>0,05$) quando comparadas as duas idades de abate (Tabela 6).

Valores médios de umidade (g/100g) em animais jovens e intermediários foram 75,08 e 74,74, respectivamente. Quando avaliada a proteína (g/100g) os valores médios encontrados foram 22,48 e 21,97, respectivamente. Em animais jovens os valores médios de EE (g/100g) e RMF (g/100g) foram 1,34 e 1,20, respectivamente, iguais estatisticamente ($P>0,05$) aos valores de EE (g/100g) e RMF (g/100g) encontrados para animais intermediários, 1,54 e 1,17, respectivamente.

Valores similares de composição centesimal foram encontrados por MANÇO (2002). Comparando três idades de abate observou que os valores de umidade, proteína, extrato etéreo e resíduo mineral fixo foram iguais ($P>0,05$) para animais jovens, abatidos com 2 anos e animais intermediários, abatidos com três anos de idade. Para os animais jovens os valores encontrados foram de 75,74, 21,16, 1,22 e 1,05, respectivamente. Quando avaliados os animais intermediários os valores médios encontrados para umidade, proteína, EE e RMF foram 75,32, 21,68, 1,24 e 1,09, respectivamente, semelhantes aos valores encontrados para animais de mesma idade avaliados no presente trabalho.

Valores similares de umidade e lipídeos foram encontrados por FELÍCIO (1998).

MORALES (2004) estudando as características de qualidade de carne de animais *Bos taurus indicus* e HADLICH (2004) comparando diferentes grupos genéticos encontraram valores médios de lipídeos totais (%) iguais a 1,50 e 2,03, respectivamente, para animais da raça Nelore abatidos com 2 anos de idade. Se compararmos estes valores com os valores médios de lipídeos encontrados no presente trabalho (1,34g/100g), para animais abatidos com a mesma idade, pode-se afirmar que são semelhantes.

TORRES et al. (2000) determinando a composição centesimal e o valor calórico de alimentos de origem animal, dentre eles carne bovina,

obtiveram valores de composição centesimal (g/100g): umidade, proteínas e cinzas, de contrafilé, iguais a 68,13, 19,13 e 0,82, respectivamente. No entanto, para gordura obtiveram 12,8g/100g de carne, superior aos valores encontrados no presente trabalho, por MANÇO (2002) e FELÍCIO (1998).

A gordura intramuscular ou marmorização interfere diretamente na quantidade de extrato etéreo ou lipídeos totais. A quantidade de marmorização não deve ser confundida com a quantidade de lipídeos total ou extrato etéreo. A quantidade de lipídeos totais compreende não só a quantidade de gordura intramuscular, mas também as vitaminas lipossolúveis e gotículas de gordura presentes no espaço intracelular da célula muscular (ROÇA, 2001).

A gordura de marmorização é a última a se depositar na carcaça durante a fase de crescimento do animal (LUCHIARI FILHO, 2000). Por isso o sistema de produção e a raça interferem consideravelmente nesta variável.

Outra explicação pode estar relacionada com método de amostragem para a avaliação da composição centesimal. Uma pequena quantidade de gordura subcutânea na amostra destinada à avaliação da composição centesimal pode resultar em valores mais altos para a quantidade de extrato etéreo. Uma padronização no preparo das amostras é necessária para evitar diferenças nos resultados finais.

Tabela 6 - Valores médios de área de olho de lombo (AOL - cm²), espessura de gordura subcutânea (EGS - mm) e composição centesimal (g/100g) do músculo *Longissimus dorsi* de animais com diferentes idades de abate.

Animal	AOL (cm ²)	EGS (mm)	Umidade (g/100g)	Proteína (g/100g)	EE* (g/100g)	RMF** (g/100g)
Jovem	62,49	3,0	75,08	22,48	1,34	1,20
Intermediário	63,05	6,6	74,74	21,97	1,54	1,17

* EE = extrato etéreo; ** RMF = resíduo mineral fixo.

CONCLUSÕES

Nas condições da presente pesquisa, pode-se concluir que as curvas de queda de pH e temperatura (*músculo Longissimus dorsi* e *Triceps brachii*), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS) e composição centesimal nos animais zebuínos não apresentaram diferenças significativas para duas idades de abate analisadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

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

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington, 1990. 1298p.

BIAGINI, G. R. Qualidade da carne bovina: maciez. **Frigorífico**, São Paulo, v. 7, n.69, abr., p.50, 2001.

CARNEIRO, et al. Avaliação das características de carcaça de novilhos Nelore suplementados a pasto na estação chuvosa. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 4, n. 2, p. 91-99, jul/dez. 2003.

CONFINAMENTOS no Brasil. **Anualpec 2005: Anuário da Pecuária Brasileira**, São Paulo/SP, p. 81, 2005.

CROUSE, J.D. et al. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 67, p. 2661-2668, 1989.

EUCLIDES, V. P. B. et al. Alternativas de suplementação para redução da idade de abate de bovinos em pastagem de *brachiaria decumbens*. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte.1997. Disponível em <<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/ct/ct25/>> Acesso em: 20 dez. 2005.

*Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24p.

FEIJÓ, G. L. D.; MÜLLER, L. Estudo dos efeitos da desossa a quente e na maturação na qualidade da carne de bovinos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p.617 - 622, 1994.

FEIJÓ, G. L. D. et al. Características de carcaças de bovinos F1 Pardo – Suíço x Nelore inteiros ou castrados em diferentes idades. In; Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 36., Porto Alegre, 1999. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999, p. 333 – 336.

FELÍCIO, P. E. Avaliação da qualidade da carne bovina. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, 1998, Campinas.**Anais...**São Paulo: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal (CBNA), 1998. p 92-99. Disponível em:<www.fea.unicamp.br/deptos/dta/carnes/files/CarneNeloreMercadoMundial.pdf> Acesso em: 15 nov. 2001.

FELÍCIO, P. E. Carne de touro jovem. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n.243, p. 91 - 92, maio, 1997.

FELÍCIO, P. E. Produção e qualidade de carne bovina. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n. 232, p. 52 - 59, junho, 1996.

FELÍCIO, P. E. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. In: Reunião Anual da SBZ, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais**. Rio Grande do Sul: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. Disponível em: <www.fea.unicamp.br/deptos/dta/carnes/files/sbz1.pdf > Acesso em 24 dez 2005.

FELÍCIO, P. E. **Sistema de classificação e tipificação**. Tecnologia de Carnes e Derivados –TEI 105. Belo Horizonte: UFMG – Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal, 1993.

FELÍCIO, P. E.; VIACAVA, C. Programa da ACNB para a carne Nelore.Simpósio Nelore, Ribeirão Preto SP, **Anais...** São Paulo: Associação de

criadores de Nelore do Brasil, 2000, p. 65 – 69. Disponível em:
<www.fea.unicamp.br/deptos/dta/carnes/files/Programa_Carne_Nelore.pdf>
Acesso em 06 jan 2006.

FORREST, J. C. et al. **Fundamentos de ciencia de la carne**, Zaragoza: Acribia, 1979. 363p.

HADLICH, J. C. **Metodologias de análise de maciez como parâmetro de qualidade de carne de bovinos de diferentes grupos genéticos e idades**. 2004. 94 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia/Nutrição e Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

IMMONEN, K. et al. Bovine muscle glycogen concentration in relation to finishing diet, slaughter and ultimate pH. **Meat Science**, Barking, v. 55, n.1, p. 25 – 31, 2000.

KOOHMARAIE, M.; KENT, M. P.; SHAKELFOR, S. D. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? **Meat Science**, Barking, v. 62, p. 345 – 352. 2002

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1.ed. São Paulo: Luchiari Filho, 2000. 134p.

LUCHIARI FILHO, A. et al. Efeito do tipo de animal no rendimento da porção comestível da carcaça. I. Machos da raça Nelores vs cruzados zebu X europeu terminados em confinamento. **Boletim da Indústria Animal**, v. 42, n. 1, p.31 – 39, 1985.

MANÇO, M. C. W. **Efeito da idade de abate me parâmetros post-mortem e na maturação da carne de bovinos da raça Nelore**. 2002. 84 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia/Nutrição e Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

MORALES, D. C. **Estudo da proteólise miofibrilar e das características de qualidade de carne de bovinos *Bos indicus* submetidos ao modelo biológico superprecoce**. 2004. 60 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia/Nutrição e Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaça e concurso de carcaças de novilhos**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1980. p. 31.

PARDI, M. C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**, Goiânia: EDUF, 1995.v.1, 586p.

PERKINS, T. L., GREEN, R. D., HAMLIN, K. E., SHEPARD, H. H., MILLER, M. F. Ultrasonic prediction of carcass merit in beef cattle: Evaluation of technical effects on ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 2758-2765, 1992.

PRADO, C. S. Comparação de diferentes métodos de avaliação da área de olho de lombo e cobertura de gordura em bovinos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 5, n. 3, p. 141-149, jul./set. 2004.

PRINGLE, T.D. et al. Carcass characteristics, the calpain proteinase system, and aged tenderness of Angus and Brahman crossbred steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 2955 - 2961, 1997.

REBANHO bovino brasileiro por aptidão. **Anualpec 2005: Anuário da Pecuária Brasileira**, São Paulo/SP, p.55, 2005.

RESTLE, J.; GRASSI, C.; FEIJÓ G. L. D. Características de carcaça de bovinos de corte inteiros ou castrados em diferentes idades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 1., p. 1063 – 1067, 1994.

RESTLE, J.; VAZ, F. N.; VAZ, R. Z. Qualidade de carcaça e da carne de novilho de três grupos genéticos abatidos aos quatorze meses de idade. In:

REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília, **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 1995. p. 647 – 649.

RIBEIRO, F. G. **Características de carcaça e qualidade de carne de tourinhos alimentados com dietas de alta energia.** Pirassununga, 2000, 82p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia/ Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2000.

ROÇA, R. O. **Tecnologia da carne e produtos derivados.** Botucatu: Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, FCA, UNESP, 2001. 201p.

RÜBENSAM, J.M.; MONTEIRO, E.M. Maciez e atividade de calpastatina em carne bovina. **Documentos CPPSu/EMBRAPA**, n. 28, 2000. 53p.

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

SNEDECOR, G.W.; COCHRAN, W.G. **Statistical methods**, 6.ed., Ames: Iowa State University Press, 1978. 593p.

Statistical Analysis System. **User's procedures guide**, version 8.02, 4.ed., Cary, 2001, 2 v.

SORIA, R. F. **Características de carcaças bovinas obtidas por frigoríficos na região central do Brasil, um retrato espacial e temporal.** 2005. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

SUGUISAWA, L. et al. Predição das características de carcaça de bovinos jovens por ultra-sonografia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais...**Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. (CD-ROM).

TORRES, E. A. F. S., et al. Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas v.20, n. 2, p.145 - 150, 2000.

WHEELER, T.L. et al. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 4206 - 4220, 1990.

WHIPPLE, G. et al. Predicting beef-longissimus tenderness from various biochemical and histological muscle traits. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, p.4193 - 4199, 1990.

CAPÍTULO 3

**EFEITO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO SOBRE AS
CARACTERÍSTICAS HIGIÊNICAS E SENSORIAIS DA CARNE DE
BOVINOS DA RAÇA NELORE.**

EFEITO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS HIGIÊNICAS E SENSORIAIS DA CARNE DE BOVINOS DA RAÇA NELORE.

Maria Carolina Wilmers Manço¹, Roberto de Oliveira Roça², José Eduardo Corrente³, Juliana Ramiro⁴, Gil Ignacio Canizares⁵.

RESUMO - Foram utilizados 20 bovinos machos, castrados, da raça Nelore, com 2 e 3 anos, com o objetivo de monitorar possíveis alterações nas características de qualidade da carne como as condições microbianas, a cor e as propriedades sensoriais, durante o armazenamento por 49 dias. Após 24 horas de resfriamento o contrafilé foi desossado e 11 amostras foram retiradas de cada animal. As amostras foram embaladas a vácuo e permaneceram sob refrigeração (0 a 1°C) até o momento da análise. Os valores médios encontrados para contagem total de bactérias, contagem de *Enterobacteriaceae* e de psicotróficos, após 49 dias de armazenamento, indicam que a carne apresenta padrão de contagens microbianas adequado para o consumo. O tempo de armazenamento não altera os valores médios de a^* , indicando que a carne permanece com a coloração vermelha desejável pelo consumidor, mesmo após 49 dias de armazenamento. A luminosidade da carne, avaliada pelo componente L^* , aumenta ao longo dos 49 dias de armazenamento e os valores médios de b^* aumentam durante o período de armazenamento. O período de maturação de 49 dias resulta em carne com melhor textura (maciez, suculência e mastigabilidade) quando avaliada por painel sensorial. A avaliação objetiva e a avaliação subjetiva, por painel sensorial, indicam que animais abatidos com 3 anos de idade (intermediários) apresentam carne mais escura quando comparados com animais abatidos com 2 anos de idade (jovens).

Termos para indexação: avaliação microbiana, cor e avaliação sensorial.

¹ Zoot., bolsista da CAPES e aluna do curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - UNESP, Botucatu. E-mail: mcwmanco@fca.unesp.br

² Med. Vet., Prof. Adj. do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da FCA - UNESP, Caixa Postal, 237. CEP 18.603-970. Botucatu. SP. E-mail: robertoroca@fca.unesp.br.

³ Matemático, Prof. Ad. do Departamento de Bioestatística do IBB - UNESP. E-mail: jecorren@ibb.unesp.br

⁴ Aluna 4º ano Agronomia da FCA - UNESP, Botucatu.

⁵ Aluno do curso de Mestrado da Pós-graduação em Zootecnia da FMVZ - UNESP, Botucatu.

STORAGE TIME EFFECT ON THE HYGIENIC AND SENSORY CHARACTERISTICS OF MEAT IN NELORE STEERS.

ABSTRACT - Twenty steers, 2 and 3 year-old Nelore were used, with the objective of monitoring possible changes in the meat quality characteristics as microbial conditions, color and sensory properties, during the 49-day storage period. After 24 hours of cooling, the striploin was deboned and 11 samples were collected from each animal. The samples were vacuum packaged and were kept cooled (0 to 1°C) until the moment of analysis. The mean values found for the total bacteria counting, *Enterobactereaceae* counting and psychrotrophic up to 49-day storage period indicate that the meat had a microbial counting standard which is suitable for consumption. The storage period does not change the mean values of a^* , showing that the meat keeps the red color desirable by the consumer even after 49 days of storage. The meat brightness, assessed using the L^* component, and the mean values of b^* increased during the 49-day storage period. The 49-day ageing period resulted in a better texture meat (tenderness, juiciness and chewability) when evaluated by a sensory panel. The objective and subjective evaluation by sensory panel indicate that the animals slaughtered when they were 3 years old had a darker meat when compared to the animals slaughtered when they were 2 years old.

Index terms: microbial evaluation, color and sensory evaluation

INTRODUÇÃO

O processo de crescimento das exportações de carne bovina evidencia-se desde 1994, período em que se iniciaram importantes mudanças na atividade pecuária nacional. Após a estabilização da moeda brasileira houve um aumento do consumo interno de carne bovina capitalizando toda a cadeia produtiva (LOPES, 2004).

Nos anos seguintes cresceu a concorrência de preço com outras carnes, principalmente frango. Com isso a demanda interna pela carne bovina diminuiu e o setor viu-se obrigado a buscar novos mercados. A partir de 1996 o país passou a sustentar um crescimento ininterrupto das exportações de carne bovina. Graças à expansão do rebanho e aos ganhos de produtividade o setor frigorífico pôde suprir o aumento de pedidos e garantir a compra de grandes quantidades em um único pedido por parte dos importadores (LOPES, 2004; HARADA et al., 2004).

O crescimento das exportações brasileiras foi favorecido principalmente pelo preço dos produtos brasileiros no mercado externo; pela ocorrência concomitante de enfermidades em outros países, o que fez diminuir a concorrência com o produto nacional; pela criação de ações de *marketing* e promoção junto aos mercados de destino como a criação do selo *Brazilian Beef*, que busca criar uma identificação e reconhecimento da carne brasileira por parte do consumidor estrangeiro, e pela criação do Sistema Brasileiro de Identificação e Certificação de Origem Bovina e Bubalina (Sisbov) criado pelo Ministério da Agricultura em 2002 para garantir a segurança de rastreabilidade alimentar requerida por diversos países (LOPES, 2004)

A conquista de importantes mercados para carne bovina *in natura* como a Rússia e Chile (maiores importadores), Egito, China, Arábia Saudita e Líbano, fez com que o produto nacional se adequasse aos padrões exigidos pelos consumidores dos países importadores (HARADA et al., 2004).

A carne mais vendida pelo Brasil é a carne resfriada sem osso. As 85.091 toneladas vendidas em 2001 passaram para 183.360 toneladas em 2004, consolidando o 1º lugar no ranking mundial de exportação de carne bovina (EXPORTAÇÕES, 2005).

Os frigoríficos aptos a exportar carne bovina se concentram na região Sudeste e por essa razão o porto de Santos, responsável por 73% do volume exportado em 2003, é a saída mais viável para seu embarque. O restante é exportado por Santa Catarina, pelos portos de Dionísio Cerqueira e Itajaí, com 11% e 6% do volume exportado, respectivamente (HARADA, et al., 2004).

Para se determinar o tempo de transporte marítimo (*transit time*) das principais rotas da carne brasileira considera-se o tempo médio de transporte porque as empresas de navegação podem fazer rotas diferentes utilizando outros portos do mesmo país. A descarga dos containeres depende da liberação de documentação e por se tratar de carga perecível (*reefer*) normalmente esta liberação é rápida na alfândega, desde que a documentação esteja em ordem (HARADA et al., 2004).

O tempo de transporte marítimo entre Brasil - Japão é de, no máximo, 36 dias (33 dias na média). Considerando ainda tempo mínimo de 18 dias para a comercialização dos produtos congelados o tempo entre o embarque no porto brasileiro e o consumidor no Japão é de no mínimo 54 dias, sem considerar o tempo de transporte rodoviário em território brasileiro (HARADA et al., 2004).

Para produtos resfriados a vida útil é menor quando comparados aos produtos congelados. Por isso para produtos resfriados o tempo e as condições de transporte são fundamentais para garantir a qualidade do produto final.

Considerando que a extensão da vida útil depende das condições e do tempo de transporte, da contagem inicial de bactérias, do saneamento das instalações, das temperaturas de manipulação e de armazenamento, e que as características como a cor da carne e a maciez são fatores importantes e interferem diretamente na decisão do consumidor no momento da compra e do consumo do produto, o presente trabalho teve como objetivo monitorar possíveis alterações nas características de qualidade da carne como as condições microbianas, a cor e as propriedades sensoriais, de animais jovens e intermediários da raça Nelore, resfriada por até 49 dias.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Foram utilizados 20 bovinos sãos, da raça Nelore, castrados, abatidos no Frigorífico Vangélio Mondelli em Bauru - SP, sob Serviço de Inspeção Federal (SIF 1758), sendo estes animais divididos em dois grupos de idade de acordo com a cronologia dentária, constituindo os tratamentos:

- Tratamento 1 – animais com 2 dentes definitivos classificados como animais “jovens”, com dois anos de idade;
- Tratamento 2 – animais com 4 dentes definitivos classificados como animais “intermediários”, com três anos de idade.

Os animais foram selecionados em três colheitas diferentes, sendo uma a cada dois meses. Na primeira colheita foram selecionados dois animais, na segunda colheita quatro animais e na terceira, 14 animais, totalizando 20 animais, 10 jovens e 10 intermediários. Em todas as colheitas os animais foram selecionados dentro de um mesmo lote ou origem (Tabela 1).

- 1ª colheita: 1 animal jovem e 1 animal intermediário;
- 2ª colheita: 2 animais jovens e 2 animais intermediários;
- 3ª colheita: 7 animais jovens e 7 animais intermediários.

Após inspeção nos currais para se avaliar as condições gerais do lote foram anotados: horário de chegada no frigorífico, procedência, condições de estrada e transporte (modelo – anexo I). Os animais foram abatidos com insensibilização prévia através de pistola pneumática de dardo cativo.

A operação de abate seguiu as normas previstas pelo Serviço de Inspeção Federal, sendo que a seleção dos animais ocorreu ao longo da linha de abate, onde foi possível identificar os animais com plaquetas numeradas, fixadas no lado direito da carcaça.

As meias-carcaças permaneceram em câmara de resfriamento por 24 horas, onde foram monitoradas a queda de pH e as condições de resfriamento das carcaças, e a umidade relativa e temperatura ambiente da câmara.

As carcaças foram retiradas da câmara fria após 24 horas de resfriamento. O contrafilé foi desossado e cortado em cortes transversais de 2,5cm de largura a partir da 13ª costela. Para cada animal foram retirados 11 cortes, sendo cada corte identificado de acordo com animal e número de seqüência do corte, (animal 1 corte 1, identificação 1.1), e assim sucessivamente.

Todas as amostras foram embaladas a vácuo dentro da indústria e transportadas ao Laboratório de Tecnologia de Carnes do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, campus de Botucatu, onde foram realizadas as avaliações.

No laboratório, as amostras permaneceram sob refrigeração (0 a 1°C) até o momento da análise. Cada corte correspondeu a uma análise, sendo as amostras 1, 2 e 3 destinadas a avaliação sensorial e as amostras 4 a 11 para avaliação microbiana e cor. O protocolo utilizado nas colheitas para identificação das amostras, análises e períodos de maturação foi:

Cortes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
VÉRTEBRA	13ªT*	1ªL**	2ªL	3ªL		4ªL		5ªL		6ªL	

* **T** vértebra torácica

** **L** vértebra lombar

1- Amostra congelada na chegada ao laboratório para posterior avaliação sensorial.

2- Armazenamento da amostra por 14 dias seguida de congelamento para posterior avaliação sensorial.

3- Armazenamento da amostra por 49 dias seguida de congelamento para posterior avaliação sensorial.

4- Avaliação microbiana na chegada ao laboratório e posterior congelamento da amostra para avaliação da cor.

5- Armazenamento da amostra por 7 dias para avaliação microbiana e posterior congelamento para avaliação da cor.

6- Armazenamento da amostra por 14 dias para avaliação microbiana e posterior congelamento para avaliação da cor.

7- Armazenamento da amostra por 21 dias para avaliação

microbiana e posterior congelamento para avaliação da cor.

8- Armazenamento da amostra por 28 dias para avaliação microbiana e posterior congelamento para avaliação da cor.

9- Armazenamento da amostra por 35 dias para avaliação microbiana e posterior congelamento para avaliação da cor.

10- Armazenamento da amostra por 42 dias para avaliação microbiana e posterior congelamento para avaliação da cor.

11- Armazenamento da amostra por 49 dias para avaliação microbiana e posterior congelamento para avaliação da cor.

Tabela 1 – Lote de abate, número de animais do lote, idade de abate, peso de carcaça quente, procedência e distância de transporte dos animais.

Lote	n° de animais do lote	n° do animal no lote	Idade (anos)	Peso da carcaça quente (kg)	Procedência e distância de transporte (km)
2	114	38	2	239,2	Porto Feliz – SP 210 Km
		54	3	283,3	
7	108	43	2	288,8	Camapuã – MS 806 km
		52	2	264,6	
		29	3	244,1	
		35	3	275,4	
4	144	14	2	269,7	Bauru – SP < 50 km
		17	2	239,3	
		25	2	251,7	
		31	2	253,7	
		50	2	247,0	
		59	2	268,3	
		100	2	310,2	
		21	3	281,7	
		40	3	246,8	
		41	3	296,5	
		58	3	283,5	
		60	3	250,1	
80	3	293,7			
		88	3	347,2	
Média	-----	-----	2	259,6 (17,30@)	
			3	275,7 (18,38@)	

Métodos

Avaliação Microbiana

Para o exame da contaminação microbiana as amostras, embaladas a vácuo, foram mantidas sob refrigeração (0 a 1°C) até o momento da análise. As análises foram realizadas aos 2, 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 49 dias *post-mortem*:

- *Contagem total de bactérias*: empregado o agar padrão ("PCA - plate count agar") para contagem total, com incubação a 32°C por 48 horas, conforme AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (2001).
- *Contagem de psicotróficos*: empregado o agar padrão ("PCA - plate count agar") para contagem de psicotróficos, com incubação a 7°C por 10 dias, conforme AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (2001).
- *Contagem de Enterobacteriaceae*: empregado o agar cristal violeta bÍlis dextrose ("VRBD - violet red bile dextrose agar") para contagem de *Enterobacteriaceae*, com incubação a 37°C por 48 horas, conforme AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (2001).

Cor

A avaliação da cor foi realizada com auxílio de colorímetro Color Quest II da Hunter Lab, com iluminante D65, ângulo de observação de 10° e calibração RSEX (brilho e reflectância). As amostras foram transportadas sob refrigeração até o Laboratório de Instrumentação do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP. As análises foram realizadas nas amostras com 2, 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 49 dias *post-mortem*. As embalagens das amostras foram abertas e a superfície foi exposta ao ar por 30 minutos para permitir oxigenação superficial.

Os parâmetros avaliados foram L*, a* e b* do sistema CIELab onde L* representa a luminosidade (L*=0 preto e L*=100 branco), a* representa intensidade de vermelho, variando de verde (0 a -60) a vermelho (0 a +60) e b* intensidade do amarelo, variando de azul (0 a -60) ao amarelo(0 a +60). Foram

realizadas três leituras em diferentes pontos da superfície do músculo *Longíssimus dorsi* (HONIKEL, 1998).

Análise sensorial

As amostras foram submetidas a salga com salmoura a 10% durante 60 minutos à temperatura de 5°C, na proporção 1:1. A seguir, foram acondicionadas em papel alumínio e submetidas a aquecimento em chapa elétrica pré-aquecida por 30 minutos e regulada para 250°C. Atingida temperatura interna final de 90°C, medida no centro geométrico, foram retiradas da chapa.

A apresentação das amostras aos provadores foi feita em recipientes de aço inoxidável, aquecidas em forno elétrico de dupla resistência por 5 minutos a 100°C e servidas imediatamente aos provadores sobre chapa aquecida a 150°C.

Foram realizados cinco painéis sensoriais. Os painéis I e II tiveram como objetivo observar diferenças entre os períodos de armazenagem, 2, 14 e 49 dias, enquanto que os painéis III, IV e V tiveram como objetivo observar possíveis diferenças nas características sensoriais entre as idades de abate estudadas.

As avaliações sensoriais foram conduzidas conforme MEILGAARD et al. (1990) e ROÇA et al. (1988), com 10 provadores treinados (ROÇA & BONASSI, 1985).

Foram aplicados os seguintes testes sensoriais: aroma (intensidade do aroma e aroma estranho), sabor, sabor estranho, maciez, suculência, mastigabilidade e cor (modelo – anexo IV).

Análise estatística

Para avaliações microbianas e da cor as observações foram feitas em oito tempos (2, 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 49 dias *post-mortem*) para dois tratamentos (idades de abate). O esquema de análise adotado foi o de parcela subdividida, considerando o tempo como parcela e os tratamentos como

subparcela e utilizado o teste F para verificar a diferença entre os tempos e os tratamentos. O efeito de tratamento foi considerado alinhado aos tempos para verificar diferenças de tratamento para os tempos fixados. Em todas as variáveis foi verificada a normalidade dos dados para a aplicação do teste F na análise de variância.

Para as comparações entre tratamentos, tempo e tratamentos com tempo fixado foi aplicado o teste t-Student obtido com o comando LSMEANS do PROC GLM do SAS V8.02 (SAS, 2001).

O delineamento experimental adotado para avaliação sensorial foi o de blocos ao acaso com esquema fatorial. A comparação das médias dos tratamentos foi realizada com a utilização do teste de Tukey, conforme SNEDECOR & COCHRAN (1978). As análises foram realizadas pelo programa Statistical Analysis System (SAS, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação Microbiana

Contagem total de bactérias

A contagem total de bactérias das amostras do músculo *Longissimus dorsi* (Tabela 2, Figura 1) não apresentou diferença significativa ($P>0,05$) quando comparadas as idades de abate em cada período de maturação.

Os valores médios observados para as amostras de animais jovens e intermediários ao final do tempo de armazenamento, que foi de 49 dias, não diferiram entre si ($P>0,05$) sendo respectivamente, 4,890 e 4,952 \log_{10} UFC/g.

Tabela 2 – Avaliação microbiana do músculo *Longissimus dorsi* de animais com diferentes idades de abate e em diferentes períodos de armazenamento.

Idade	Tempo de armazenamento (dias)									Média
	2	7	14	21	28	35	42	49		
	Contagem total de bactérias (log UFC/g)									
Jovem	2,725A ²	3,030A	3,652AB	4,248BC	4,448BC	4,645BC	5,086C	4,890C	4,090	
Intermediário	3,546AB	3,212A	3,938ABC	4,472BC	4,644BC	5,074C	5,046C	4,952C	4,360	
Média	3,135A ¹	3,121A	3,795AB	4,360BC	4,546BC	4,860C	5,066C	4,921C		
	Contagem de <i>Enterobacteriaceae</i> (log UFC/g) ³									
Jovem	1,000A ²	1,000A	1,000A	1,674AB	1,672AB	1,186AB	1,407AB	1,741B	1,335	
Intermediário	1,000A	1,000A	1,060A	1,191A	1,235A	1,357A	1,650A	1,638A	1,266	
Média	1,000A ¹	1,000A	1,030A	1,432AB	1,453AB	1,272AB	1,529AB	1,689B		
	Contagem de psicrotóxicos (log UFC/g) ⁴									
Jovem	1,060A ²	1,776AB	3,363BC	3,801CD	4,489CD	5,140CD	5,066CD	5,701D	3,799	
Intermediário	1,760A	1,418A	3,682B	4,015BC	4,290BC	4,526BC	5,576C	5,140C	3,801	
Média	1,410A ¹	1,597A	3,522B	3,908BC	4,390BCD	4,833CD	5,3212D	5,421D		

¹ Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre a média geral dos resultados em função do tempo de armazenamento ($P < 0,01$); ² letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre a média de cada tratamento em função do tempo de armazenamento ($P < 0,05$); ³ contagens de *Enterobacteriaceae* inferiores a 2,47 log UFC/g são estimadas; ⁴ contagens de psicrotóxicos inferiores a 3,47 log UFC/g são estimadas.

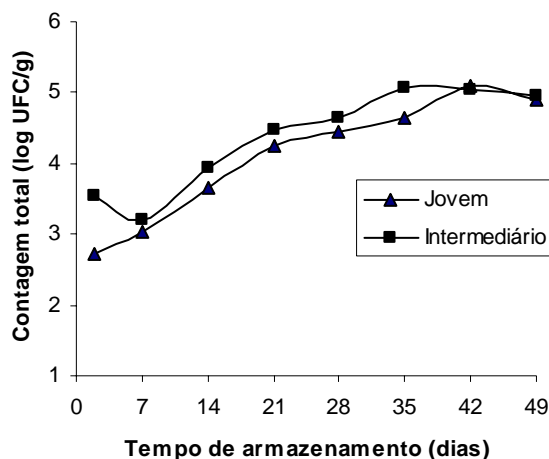


Figura 1 - Contagem total de bactérias (\log_{10} UFC/g) do músculo *Longissimus dorsi*, de animais com diferentes idades de abate e em diferentes períodos de armazenamento.

Quando avaliada a contagem total de bactérias em função do tempo de armazenamento (Tabela 2, Figura 1) observa-se um aumento no crescimento microbiano no período de 49 dias, porém o ritmo de crescimento é baixo considerando que ocorreu aumento de dois ciclos logarítmicos na contagem total de bactérias.

MANÇO (2002) comparando o período de 28 dias de armazenamento observou que não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os dias 2, 7, 14 e 21 de armazenamento, porém houve um aumento significativo ($P < 0,05$) aos 28 dias de armazenamento, demonstrando o início da fase logarítmica de crescimento. Para contagem total aos 2 dias de armazenamento foram observados valores de $3,3 \log_{10}$ UFC/g, apresentando crescimento significativo aos 28 dias de armazenamento, quando foram observados valores médios de $5,0 \log_{10}$ UFC/g.

Comparando o valor médio encontrado aos 28 dias, no presente trabalho, com os valores encontrados por MANÇO (2002), no mesmo período, a contagem total de bactérias foi de 4,5 e $5,0 \log_{10}$ UFC/g, respectivamente. A diferença observada entre os valores, provavelmente, está relacionada com a contaminação inicial (2 dias) e com os procedimentos e as temperaturas de desossa e de armazenamento. Comparando os valores médios após dois dias

de armazenamento observa-se uma pequena diferença entre os valores 3,3140 (MANÇO, 2002) e 3,135 \log_{10} UFC/g encontrado no presente trabalho. Porém a contaminação inicial maior pode acelerar a proliferação destes microrganismos devido as modificações no perfil da curva de crescimento destas bactérias. A contagem inicial associada às temperaturas de manipulação, armazenamento e transporte podem diminuir a duração da fase lag de crescimento microbiano e antecipar a fase exponencial caracterizada por rápido crescimento e conseqüentemente altas contagens e uma menor vida de prateleira da carne.

Há controvérsias entre os autores com relação à qualidade da carne e contagem total de bactérias. Segundo NORTJÉ et al. (1989a,b), contagem de 3,0 \log_{10} UFC/g pode ser considerada como indicativa de boa higiene e de uma eficiente operação comercial. Para BOMAR (1985), a contagem total de superfície pode ser classificada em três níveis: bom = até 6,7 \log_{10} UFC/g, tolerável = de 6,7 a 7,7 \log_{10} UFC/g e impróprio = >7,7 \log_{10} UFC/g. Porém para HYYNTIAINEN, citado por DELAZARI (1987), contagens superiores a 5,0 \log_{10} UFC/g, após 9 dias de estocagem sob refrigeração de 2°C, caracterizam a carne com qualidade insatisfatória.

MIYAGUSKU et al. (2003) ressalta que o crescimento microbiano durante o armazenamento refrigerado ocorre principalmente no tecido muscular lesado, sendo as contagens dependentes do tipo de músculo e do pH.

No presente trabalho, o pH final avaliado no músculo *Longissimus dorsi*, após 24 horas *post-mortem*, foi de 5,78. As carcaças selecionadas não apresentavam contusões, portanto estes fatores não comprometeram a contagem total de bactérias em nenhum período observado.

O nível de contaminação inicial da carne resfriada destinada à exportação deve ser controlado pela temperatura de armazenamento. As amostras armazenadas por 49 dias podem ser consideradas adequadas para o consumo, pois apresentam, de acordo com os valores dos autores citados anteriormente, um bom nível higiênico.

O início da deterioração da carne pode ser caracterizado pela

deterioração da superfície, quando as contagens estão na faixa de 6,0 \log_{10} UFC/g e é sucedida por odores estranhos (7,0 a 8,0 \log_{10} UFC/g). As alterações indesejáveis de sabor requerem níveis de 8,0 a 9,0 \log_{10} UFC/g e o máximo de contagem (9,0 \log_{10} UFC/g) aparece na forma de limo superficial (ROÇA & SERRANO, 1995).

Contagem de *Enterobacteriaceae*

A contagem de *Enterobacteriaceae* em amostras do músculo *Longissimus dorsi* (Tabela 2, Figura 2) não apresentou diferença significativa ($P>0,05$) quando comparadas as idades de abate. Os valores médios encontrados para animais jovens e intermediários foram, 1,335 e 1,266 \log_{10} UFC/g, respectivamente.

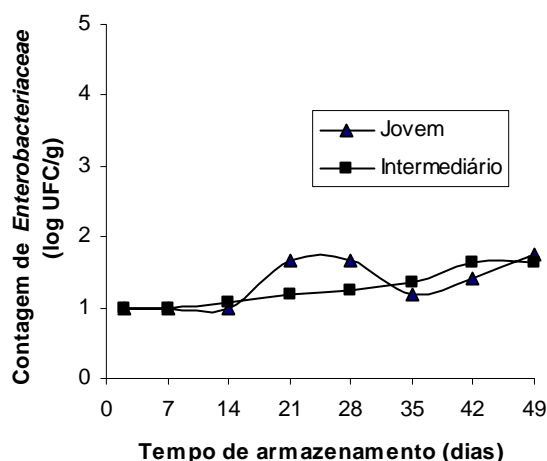


Figura 2 - Contagem de *Enterobacteriaceae* (\log_{10} UFC/g) do músculo *Longissimus dorsi*, de animais com diferentes idades de abate e em diferentes períodos de armazenamento.

Aos 49 dias de armazenamento os valores médios encontrados foram 1,741 \log_{10} UFC/g para os animais jovens e 1,638 \log_{10} UFC/g para os intermediários. Estes valores médios não diferiram entre si ($P>0,05$).

A baixa taxa de crescimento de bactérias do gênero

Enterobacteriaceae observada ao longo do período de armazenamento é um indicativo de que os procedimentos higiênicos adotados ao longo de todas as etapas de manipulação do produto foram adequados.

O valor médio encontrado por MANÇO (2002) para amostras armazenadas por 28 dias foi 1,5 log₁₀UFC/g, bem próximo ao encontrado no presente trabalho que foi de 1,4 log₁₀UFC/g.

De acordo com o valor médio encontrado para contagem de *Enterobacteriaceae*, no presente trabalho, 1,689 log₁₀UFC/g aos 49 dias de armazenamento pode-se dizer, segundo NORTJÉ (1989a,b), que as amostras encontravam-se em condições higiênicas adequadas, reafirmando a adequação do produto ao consumo.

Contagem de psicrotóxicos

No que se refere à contagem de psicrotóxicos (Tabela 2, Figura 3), não houve diferença estatística significativa ($P>0,05$) quando comparadas as contagens médias entre as idades de abate, em cada período avaliado.

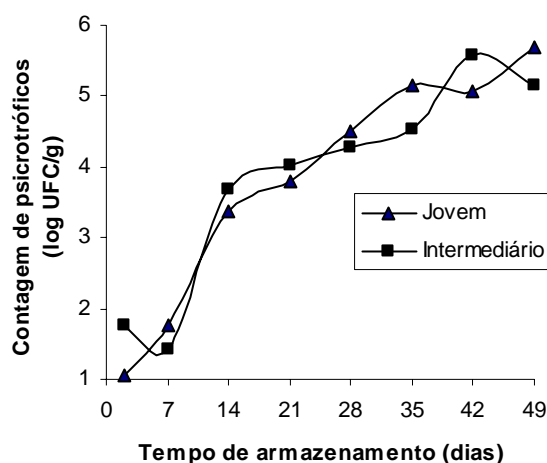


Figura 3 - Contagem de psicrotóxicos (log₁₀ UFC/g) do músculo *Longissimus dorsi*, em animais com diferentes idades de abate e em diferentes períodos de armazenamento.

Os valores médios encontrados após 49 dias para animais abatidos com 2 e 3 anos foram respectivamente 5,701 e 5,140 \log_{10} UFC/g. Estes valores resultaram em um valor final médio, aos 49 dias, de 5,421 que é importante indicativo para das condições microbianas da carne para o consumo.

Quando comparadas as médias de contagem de psicrotróficos em função dos dias armazenamento, pode-se observar um crescimento do número de UFC/g das amostras ao longo do período, sendo evidente o início da fase logarítmica de crescimento no período entre 7 e 14 dias de armazenamento (Figura 3). Este fato também foi observado por MANÇO (2002) apesar da diferença entre a contagem inicial aos 2 dias de armazenamento.

Na contagem de psicrotróficos, os valores médios de 1,410 \log_{10} UFC/g nas amostras armazenadas por 2 dias passaram para 3,522 \log_{10} UFC/g aos 14 dias e para 5,421 após 49 dias de armazenamento (Figura 3) num aumento total de três ciclos logarítmicos. Houve diferença estatística significativa ($P < 0,05$) na contagem de psicrotróficos entre 7 e 14 dias, entre 14 e 35, e entre 35 e 49 dias, sendo que a maior diferença foi observada entre 7 e 14 dias de armazenamento.

Considerando os valores médios encontrados após 49 dias de armazenamento sob refrigeração, com a temperatura variando entre 0 e +1°C, para contagem total de 4,921 \log_{10} UFC/g, para contagem de *Enterobacteriaceae* de 1,689 \log_{10} UFC/g e para psicrotróficos de 5,421 \log_{10} UFC/g pode-se concluir que a carne encontrava-se em condições higiênicas satisfatórias para o consumo.

Avaliação da cor

O tempo de armazenamento interferiu ($P < 0,05$) nos valores médios de L^* e b^* , porém não alterou os valores médios de a^* (Tabela 3, Figura 4).

Os animais jovens apresentaram carne mais clara ($P < 0,05$) do que os animais intermediários. Os valores médios de L^* (luminosidade) observados para animais jovens e intermediários foram 43,04 e 41,70, respectivamente (Figura 4). Valores semelhantes de luminosidade foram encontrados por

PEREIRA (2002). Estudando o efeito da dieta com suplementação com vitamina E encontrou valores de luminosidade no contrafilé de bovinos da raça Nelore entre 42,27, para o grupo controle, e 41,78 para animais suplementados com vitamina E.

Porém valores médios de luminosidade iguais a 34,85, variando entre 29,68 (escura) e 38,51 (clara) foram encontrados por ABULARACH et al. (1998) estudando touros jovens, abatidos entre 690 a 780 dias.

A diferença entre os valores encontrados no presente trabalho e por ABULARACH et al. (1998) pode estar relacionada com as características da carne de animais inteiros. Mesmo abatidos precocemente estes animais apresentam carne mais escura quando comparada a carne de animais castrados abatidos com a mesma idade.

Quando avaliado o período de armazenamento observa-se que os valores médios de L^* aumentam, indicando um aumento na luminosidade. O vácuo utilizado na embalagem tende a retirar a água do espaço intra e extracelular da fibra muscular e esta água leva outros componentes presentes na célula dentre eles a mioglobina que é solúvel em água, originando o exudado. Com o avanço no tempo de armazenamento há maior formação deste exudado e, portanto uma maior quantidade de mioglobina é retirada da carne acarretando em maiores valores de L^* .

Tabela 3 - Média dos valores de cor, do músculo *Longissimus dorsi* de animais com diferentes idades de abate em função do tempo de armazenamento.

Idade	Tempo de armazenamento (dias)									Média
	2	7	14	21	28	35	42	49		
	Luminosidade (valor L*)									
Jovem	41,01A ³ a ⁴	41,23Aa	42,39Aba	43,79BCa	43,32BCa	43,75BCa	44,35Ca	44,86Ca	43,04a ²	
Intermediário	39,75Aba	38,63Ab	41,38ABCa	41,65BCDb	42,71CDa	42,48CDa	43,76Da	43,70Da	41,70b	
Média	40,38A ¹	39,93 ^a	41,88B	42,72B	43,01BC	43,12BC	43,99C	44,28C		
	Intensidade de vermelho (valor a*)									
Jovem	12,53	12,96	12,66	12,48	12,893	13,46	12,62	12,30	12,79	
Intermediário	12,53	13,51	12,87	12,84	13,33	13,55	12,12	12,52	12,97	
Média	12,53	13,23	12,77	12,66	13,11	13,51	12,59	12,41		
	Intensidade de amarelo (b*)									
Jovem	11,75AB ³	11,84AB	11,70 ^a	12,42AB	12,38AB	13,07AB	12,98AB	13,21B	12,42	
Intermediário	11,37A	11,76AB	11,40AB	12,08AB	12,76AB	12,96B	12,22AB	12,72AB	12,17	
Média	11,56A ¹	11,80A	11,55A	12,25AB	12,57AB	13,01B	12,74B	12,96B		

¹ Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre a média geral dos resultados em função do tempo de armazenamento (P<0,01); ² letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre a média geral dos tratamentos (P<0,01); ³ letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre a média de cada tratamento em função do tempo (P<0,01) e; ⁴ letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre a média dos tratamentos em cada tempo de armazenamento (P<0,01).

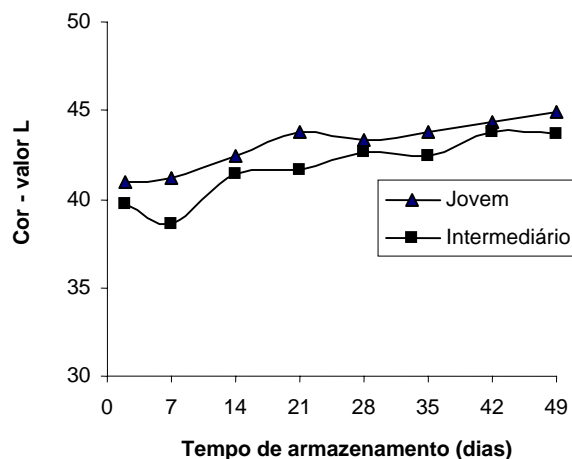


Figura 4 - Cor – Luminosidade (valor L*) do músculo *Longissimus dorsi*, de animais com diferentes idades de abate em função do tempo de armazenamento.

A variável a^* indica a intensidade da cor vermelha e está relacionada com o conteúdo de oximioglobina no músculo. Quanto maior for o seu valor, mais vermelha será a carne (SAÑUDO et al., 1997).

A variabilidade encontrada nos valores médios de a^* não foi significativa estatisticamente ($P > 0,05$), indicando a estabilidade da cor durante todo o período de armazenamento (Tabela 3, Figura 5).

Os valores médios de a^* e b^* após 49 dias de armazenamento foram respectivamente, 12,41 e 12,96, sendo que a idade de abate não interferiu ($P > 0,05$) nos valores médios destes parâmetros (Figuras 5 e 6). Os valores médios de a^* e b^* apresentaram pequena variabilidade estando entre 12,12 e 13,55 para a^* e 11,37 e 13,21 para b^* . Esta variabilidade é semelhante a encontrada por BOAKYE & MITTAL (1996) e por PEREIRA (2002).

Porém ABULARACH et al. (1998) encontraram valores variando entre 14,83 e 29,27 para a^* e 3,40 a 8,28 para b^* bem diferentes aos encontrados no presente estudo.

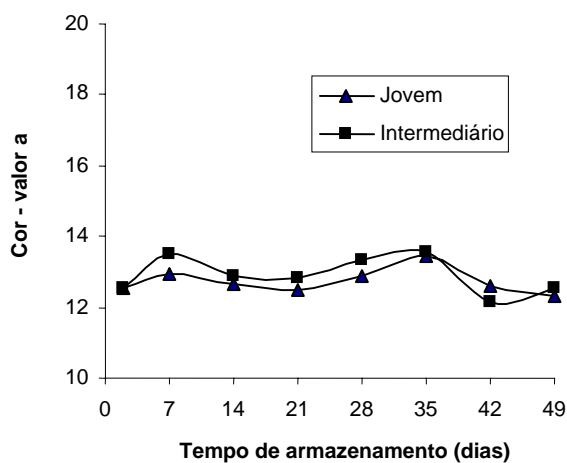


Figura 5 - Cor – intensidade de vermelho (valor a^*) do músculo *Longissimus dorsi*, de animais com diferentes idades de abate em função do tempo de armazenamento.

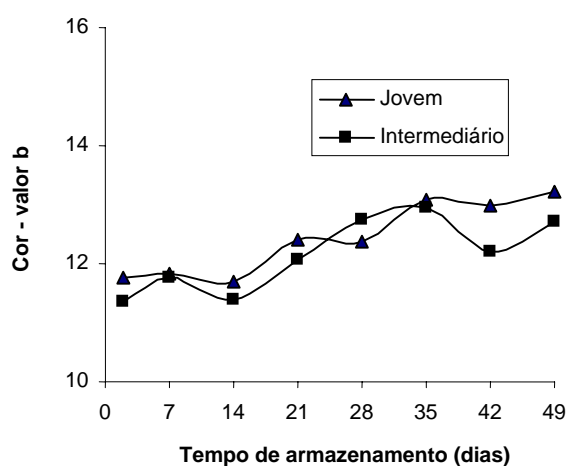


Figura 6 - Cor – intensidade de amarelo (b^*) do músculo *Longissimus dorsi*, de animais com diferentes idades de abate em função do tempo de armazenamento.

Segundo OLIVO & SHIMOKOMAKI (2001) a razão entre os valores positivos do componente a^* e os valores positivos do componente b^* podem ser utilizados, de maneira indireta, para determinar o teor de oximioglobina e de metamioglobina presentes na superfície da carne. Valores a^*/b^* tendendo a 1 (um) indicam teor maior de oximioglobina e valores com tendência zero indicam maior teor de metamioglobina.

A razão entre os valores médios de a^* e b^* foram constantes ao longo dos 49 dias de armazenamento permanecendo próximos a um. Este valor é indicativo de maiores concentrações de oximioglobina em relação a metamioglobina. Portanto a cor vermelha da carne não foi alterada, permanecendo com coloração aceitável pelo consumidor mesmo após longos períodos de armazenamentos (RENERRE, 2000 citado por GATELLIER et al. 2005).

Avaliação sensorial

Carne maturada é o resultado do processo que consiste em manter a carne refrigerada sob temperaturas próximas a 0°C , por um período suficiente para torná-la não apenas macia, como também melhorar outras qualidades sensoriais inerentes (LAWRIE, 1985).

Com base nesta afirmação pode-se dizer que a carne *in natura* exportada resfriada passa por um processo de maturação prolongada durante o transporte. Após um determinado período as características sensoriais do produto sofrem alterações que podem ser avaliadas através de painel sensorial. Portanto o período de armazenamento pode ser considerado tempo de maturação.

Quando avaliados os períodos de maturação (Tabela 4), 1, 14 e 49 dias, não foram encontradas diferenças significativas ($P>0,05$) nos parâmetros avaliados como aroma, aroma estranho, sabor, sabor estranho e cor. Porém quando avaliados os parâmetros de textura como maciez, suculência e mastigabilidade houve diferença estatística significativa ($P<0,05$) nas amostras maturadas por 49 dias.

Tabela 4 - Avaliação sensorial da carne em painéis correspondentes à idade de abate em função do período de maturação.

Período de maturação	Idade de abate		Média
	2 anos (painel I)	3 anos (painel II)	
Aroma			
2 dias	5,33	5,68	5,50
14 dias	6,03	5,76	5,89
49 dias	6,00	5,24	5,62
Aroma Estranho			
2 dias	1,00	1,00	1,00
14 dias	1,00	1,00	1,00
49 dias	1,00	1,10	1,05
Sabor			
2 dias	5,51	6,48	5,99
14 dias	6,04	5,82	5,93
49 dias	5,43	5,79	5,61
Sabor estranho			
2 dias	1,00	1,00	1,00
14 dias	1,00	1,00	1,00
49 dias	1,00	1,00	1,00
Maciez			
2 dias	5,70b	5,60b	5,65b*
14 dias	5,20ab	4,90b	5,05b
49 dias	4,50a	3,3a	3,9a
Suculência			
2 dias	4,60a	4,60a	4,60a*
14 dias	4,50a	5,10ab	4,80ab
49 dias	5,00a	6,20b	5,60b
Mastigabilidade			
2 dias	3,98a	4,04a	4,01a*
14 dias	4,43a	5,35ab	4,89a
49 dias	4,95a	6,79b	5,87b
Cor			
2 dias	3,85	4,05	4,04
14 dias	3,27	3,87	3,67
49 dias	2,77	4,38	3,70

* Letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, indicam haver diferença estatística significativa ($P < 0,05$) entre os valores médios de maciez, quando comparadas os períodos de maturação das amostras.

O período de armazenamento de 14 dias não alterou ($P > 0,05$) características como a maciez e a mastigabilidade. Porém, aos 49 dias de armazenamento, houve um aumento ($P < 0,05$) da maciez e da mastigabilidade quando comparadas as amostras maturadas por 7 e 14 dias. A suculência das

amostras maturadas por 7 dias diferiu ($P < 0,05$) das amostras maturadas por 49 dias, porém quando comparadas as amostras maturadas por 14 dias não houve diferença estatística significativa ($P > 0,05$).

O armazenamento por 14 dias não melhorou as características de textura da carne, como maciez, suculência e mastigabilidade. Resultados similares, relacionados com a maciez da carne depois da maturação, foram encontrados por MANÇO (2002), FEIJÓ & MÜLLER (1994) e WHIPPLE et al. (1990).

Uma possível explicação pode estar relacionada com as características dos animais da raça Nelore. O genótipo zebuino e sua proporção nos cruzamentos com raças européias introduzem uma grande variação da maciez da carne sendo o período de 14 dias insuficiente para melhorar as características de textura da carne destes animais.

Quando comparadas as idades de abate (Tabela 5) não foram encontradas diferenças ($P > 0,05$) com relação ao aroma, aroma estranho, sabor, sabor estranho, maciez, suculência e mastigabilidade. Porém, quando avaliada a cor os valores médios encontrados para animais intermediários foram maiores ($P < 0,05$) quando comparados aos animais jovens, indicando que animais abatidos com 3 anos apresentam carne mais escura, quando avaliada subjetivamente, do que os animais jovens. Esta mesma diferença foi encontrada quando cor foi avaliada objetivamente. Os animais intermediários apresentaram valor de $L^* = 41,70$, superior ($P < 0,05$) aos animais jovens que apresentaram valores de $L^* = 43,04$, caracterizando um cor mais clara.

Em geral, conforme aumenta a idade de abate, principalmente após os 24 meses, a carne produzida por estes animais se torna progressivamente mais dura, mais escura e com características de sabor estranho mais intenso e sabor característico de carne bovina menos intenso (MILLER, 2003). Porém isso não foi observado no presente trabalho já que características como sabor, sabor estranho e maciez não foram influenciados pela idade do animal, apenas a cor.

Tabela 5 - Avaliação sensorial da carne em painéis correspondentes ao período de maturação em função da idade de abate.

Idade de abate	Período de maturação			Média
	2 dias (painel III)	14 dias (painel IV)	49 dias (painel V)	
Aroma				
2 anos	6,57	6,28	6,290	6,37
3 anos	5,94	5,80	6,10	5,96
Aroma estranho				
2 anos	1,40	1,40	1,29	1,35
3 anos	1,40	1,40	1,43	1,41
Sabor				
2 anos	6,37	6,32	6,12	6,25
3 anos	6,47	6,17	6,63	6,45
Sabor estranho				
2 anos	1,20	1,30	1,28	1,26
3 anos	1,40	1,30	1,28	1,32
Maciez				
2 anos	5,40	4,70	4,21	4,70
3 anos	4,90	5,40	4,42	4,85
Suculência				
2 anos	4,40	5,20	5,14	4,94
3 anos	4,40	5,20	5,00	4,88
Mastigabilidade				
2 anos	3,88	5,74	6,36	5,45
3 anos	3,91	5,09	6,62	5,37
Cor				
2 anos	3,10a	4,00a	4,16a	3,80a*
3 anos	5,00b	3,67a	4,48a	4,39b

* Letras minúsculas diferentes na mesma coluna, indicam haver diferença estatística significativa ($P < 0,05$) entre os valores médios da cor, quando comparadas as idades de abate dos animais.

Esta alteração na cor está relacionada com a eficiência do pigmento mioglobina em reter o oxigênio, para compensar a queda na eficiência este pigmento passa a ser produzido em maiores quantidades alterando a cor da carne (MILLER, 2003).

Resultados similares foram encontrados por FELÍCIO (1996). Este autor afirma que quanto mais velho o animal, maior será a concentração de mioglobina nos músculos e, portanto mais escura será a carne, ou seja, animais abatidos mais velhos apresentam carne mais escura.

CONCLUSÕES

Nas condições da recente pesquisa, pode-se concluir:

- Os valores médios encontrados para contagem total de bactérias, contagem de *Enterobactereaceae* e de psicrotóxicos, aos 49 dias de armazenamento, indicam que a carne apresenta padrão de contagens microbianas adequado para o consumo;
- O tempo de armazenamento não altera os valores médios de a^* , indicando que a carne permanece com a coloração vermelha desejável, mesmo aos 49 dias de armazenamento;
- A luminosidade da carne, avaliada pelo componente L^* , aumenta ao longo dos 49 dias de armazenamento;
- Os valores médios de b^* aumentam durante o período de armazenamento;
- O período de maturação de 49 dias resulta em carne com melhor textura (maciez, suculência e mastigabilidade) quando avaliada por painel sensorial;
- A avaliação objetiva e a avaliação subjetiva, por painel sensorial, indicam que animais abatidos com 3 anos de idade (intermediários) apresentam carne mais escura quando comparados com animais abatidos com 2 anos de idade (jovens).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

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

BOAKYE, K.; MITTAL, G.S. Changes in colour of beef M. Longissimus dorsi muscle during ageing. **Meat Science**, Barking, v. 42, n. 3, p. 347 – 354, 1996.

BOMAR, M. T. Rapid method for the determination of bacterial surface contamination in carcasses. **Alimenta**, Zurich, v.24, n.3, p 55 - 57, 1985.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. DOWNES, F. P.; ITO, K.; ed. **Compendium of methods for the examination of foods**. 2.ed. Washington:APHA, 2001. 600p.

DELAZARI, I. Controle de qualidade nos produtos cárneos. In: SEMINÁRIO E EXPOSIÇÃO DE CARNE EM SÃO PAULO, 1987, São Paulo. Pauliscarne-documento. São Paulo, 1987. p. 29 - 97.

EXPORTAÇÕES Brasileiras de carne bovina “*in natura*”. **Anualpec 2005: Anuário da Pecuária Brasileira**, São Paulo/SP, p.68, 2005.

FEIJÓ, G. L. D.; MÜLLER, L. Estudo dos efeitos da desossa a quente e na armazenamento na qualidade da carne de bovinos. **Ciência Rural**, v. 24, n. 3, p.617 - 622, 1994.

FELÍCIO, P. E. Produção e qualidade de carne bovina. **Revista Nacional da Carne**, n. 232, p. 52 - 59, junho, 1996.

*Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24p.

GATELLIER, P. Effect of finishing mode (pasture- or mixed-diet) on lipid composition, colour stability and lipid oxidation in meat from Charolais cattle. **Meat Science**, Barking, v. 69, p. 175 – 186, 2005.

HARADA, E.; FERRAZ, F. M.; MONACO, G. M. Rotas de exportação das carnes brasileiras. **Agripec 2004: Anuário da Pecuária Brasileira**, São Paulo, p. 59 – 61, 2004.

HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, Barking, v.49, n.4, p.447-457, 1998.

LAWRIE, R. A. **Meat Science**, 4 ed., Oxford: Pergamon Press, 1985. 267p.

LOPES, P. P. Até onde vai a expansão das exportações de carne bovina. **Agripec 2004: Anuário da Pecuária Brasileira**, São Paulo, p. 56 – 58, 2004.

MANÇO, M. C. W. **Efeito da idade de abate em parâmetros *post-mortem* e no armazenamento da carne de bovinos da raça Nelore**. 2002. 84 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia/Nutrição e Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. Boca Raton: CRC Press, 1990. 281p.

MILLER, R. K. Obtendo carne de qualidade consistente. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes. I, 2003, Águas de São Pedro. **Anais...**Campinas: 2003. p. 123 – 142.

MIYAGUSKU, L. et al. Avaliação microbiológica e sensorial da vida útil de cortes de peito de frango irradiados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 7 – 16. dez. 2003

NORTJÉ, G. L. et al. A microbiological survey of fresh meat in the supermarket trade. Part 1: Carcasses and contact surfaces. **Meat Science**, Barking, v.25, n. 2, p.81 - 97, 1989a.

NORTJÉ, G. L. et al. A microbiological survey of fresh meat in the supermarket trade. Part 2: Beef retail cuts. **Meat Science**, v.25, n.2, p.99 - 112, 1989b.

OLIVO, R. & SHIMIKAKI, M. **Carnes: no caminho da pesquisa**. 1. Cocal do Sul: IMPRINT, 2001. 155p.

PEREIRA, A.S.C. **Qualidade da carne de bovinos nelore (*Bos taurus indicus*) suplementados com vitamina E**. 2002. 86 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia/ Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2002.

ROÇA, R. O.; BONASSI, I. A. Seleção de provadores para produtos cárneos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. 7, Itabuna/Ilhéus, 1985. **Anais...** Itabuna/Ilhéus: SBCTA, 1985. p. 83.

ROÇA, R. O.; SERRANO, A . M. Abate de bovinos: alterações microbianas da carcaça. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.9, n.35, p. 8 - 13, 1995.

ROÇA, R. O ; SERRANO, A M.; BONASSI, I. A. Utilização de toucinho na elaboração de fiambres com carne de frango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.8, n.1, p. 67 - 76, 1988.

SAÑUDO, C. et al. Breed effect on carcass and meat quality of suckling lambs. **Meat Science**, Barking, v. 46, n. 4, p. 357 – 365, 1997.

SNEDECOR, G.W.; COCHRAN, W.G. **Statistical methods**, 6.ed., Ames: Iowa State University Press, 1978. 593p.

Statistical Analysis System. **User's procedures guide**, version 8.02, 4.ed., Cary, 2001, 2 v.

WHIPPLE, G. et al. Evaluation of attributes that affect longissimus muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 2716-2728, 1990.

CAPÍTULO 4

**EXTENSÃO DO PERÍODO DE MATURAÇÃO E OS EFEITOS NA
MACIEZ DA CARNE DE BOVINOS DA RAÇA NELORE.**

EXTENSÃO DO PERÍODO DE MATURAÇÃO E OS EFEITOS NA MACIEZ DA CARNE DE BOVINOS DA RAÇA NELORE.

Maria Carolina Wilmers Manço¹, Roberto de Oliveira Roça², José Eduardo Corrente³, Juliana Ramiro⁴, Janaína Conte Hadlich⁵, Daniela Morales⁵.

RESUMO - O presente trabalho teve como objetivo avaliar a maciez da carne de animais jovens e intermediários da raça Nelore maturada até 49 dias. Foram utilizados 20 bovinos machos, castrados, da raça Nelore, com 2 e 3 anos. Após 24 horas de resfriamento o contrafilé foi desossado e 7 amostras foram retiradas de cada carcaça. As amostras foram embaladas a vácuo e permaneceram sob refrigeração (0 a 1°C), para maturação, até o momento da análise. A maciez foi avaliada pela força de cisalhamento (Warner – Bratzler) em amostras maturadas por 1, 14 e 49 dias *post-mortem* e pelo índice de fragmentação miofibrilar (IFM) nas amostras maturadas por 1, 14, 28 e 49 dias *post-mortem*. A perda de peso por cocção foi avaliada nas amostras destinadas a avaliação da força de cisalhamento. A carne proveniente de animais com dois anos de idade apresenta valores médios de força de cisalhamento superior à carne de animais com três anos. As perdas de peso por cocção e o índice de fragmentação miofibrilar (IFM) não apresentam diferenças com relação à idade. Os valores da força de cisalhamento diminuem com o aumento do tempo de maturação, melhorando a maciez da carne. Os valores de IFM aumentam com o aumento do período de maturação sendo indicativo da proteólise miofibrilar. O período de maturação não altera as perdas de peso por cocção.

Termos para indexação: maciez, força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar.

¹ Zoot., bolsista da CAPES e aluna do curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - UNESP, Botucatu. E-mail: mcwmanco@fca.unesp.br

² Med. Vet., Prof. Adj. do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da FCA - UNESP, Caixa Postal, 237. CEP 18.603-970. Botucatu. SP. E-mail: robertoroça@fca.unesp.br.

³ Matemático, Prof. Ad. do Departamento de Bioestatística do IBB – UNESP. E-mail: jecorren@ibb.unesp.br

⁴ Aluna 4ºano Agronomia da FCA - UNESP; ⁵ Alunas do curso de Doutorado da Pós-graduação em Zootecnia da FMVZ – UNESP, Botucatu.

AGEING PERIOD EXTENSION AND EFFECTS ON THE TENDERNESS OF NELLORE MEAT.

SUMMARY – The objective of this study was to evaluate the meat tenderness of young and intermediate Nellore aged up to 49 days. Twenty steers, 2 and 3 year-old Nellore were used. After 24 hours of cooling, the striploin was deboned and 7 samples were collected from each carcass. The samples were vacuum packaged and were kept cooled (0 to 1°C), for ageing until the moment of analysis. The tenderness was evaluated through the shear force (Warner – Bratzler) in samples aged for 1, 14 and 49 days *post-mortem* and through the *Myofibrillar Fragmentation Index* (MFI) in the samples aged for 1, 14, 28 and 49 days *post-mortem*. The weight loss for cooking was evaluated in the samples destined for shear force evaluation. The meat from animals which were two years old had shear force mean values higher than the meat from animals which were three years old. The weight loss for cooking and the Myofibrillar Fragmentation Index (MFI) did not show differences regarding age. The shear force values decreased with the ageing time increase, improving the meat tenderness. The MFI values increased with the ageing period increase indicating the myofibrillar proteolysis. The ageing period does not change the weight loss for cooking.

Index terms: tenderness, shear force, myofibrillar fragmentation index.

INTRODUÇÃO

As diversas transformações ocorridas no mercado internacional, resultado das rápidas mudanças ocasionadas por uma economia globalizada, tem alterado o nível de consumo de diferentes proteínas de origem animal e os fluxos mundiais de comercialização das principais cadeias industriais do setor de carnes bovina, suína e de aves (PEREIRA, 2002).

O número crescente de países exportadores, altamente competitivos e eficientes, exige que as necessidades e individualidades dos mercados importadores sejam conhecidas para assegurar aceitação contínua de um determinado produto (AZEVEDO, 1997).

O Brasil é o maior exportador de carne bovina do mundo ficando em segundo e quinto lugar na exportação de carnes de frangos e suínos, respectivamente. O sucesso destes índices deve-se as qualidades higiênico-sanitárias do produto brasileiro, dos preços praticados e da disponibilidade para fornecer.

Porém a concorrência aumenta a necessidade de diferenciação do produto e então o conceito de qualidade torna-se mais amplo abrangendo não só as características intrínsecas do produto, mas toda uma imagem construída para conquistar o gosto dos consumidores e mercados cada vez mais disputados.

Por isso conhecer o conceito de qualidade da carne é uma importante estratégia. Pode-se entender como qualidade todos os produtos e serviços que satisfaçam as necessidades implícitas e explícitas dos consumidores. Para tal, utiliza-se de características sistemáticas que influenciam a qualidade da carne, principalmente a cor e a maciez (CARLOS et al., 2005).

O Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo e ocupa o 5º lugar em extensão territorial mundial. Cerca de 80% deste rebanho são constituídos das raças zebuínas e seus cruzamentos e o sistema de produção predominante ainda é o extensivo. As características como o genótipo dos

animais e sistema de produção, interferem diretamente na maciez da carne produzida.

A maciez é considerada a característica mais importante da qualidade da carne para o consumidor (FEIJÓ, 1998; JATURASITHA *et al.*, 2004). Portanto a obtenção de carne mais macia é uma preocupação constante nos mercados modernos (BIAGINI, 2001).

A maturação consiste em manter a carne refrigerada sob temperaturas próximas a 0°C, por um período suficiente para torná-la não apenas macia, como também melhorar outras qualidades sensoriais inerentes (LAWRIE, 1985). Dentre outras tecnologias é uma provável solução para a falta de maciez. Deve estar aliada a processos higiênico-sanitários adequados para garantir um produto final de qualidade.

A carne de animais Nelore maturada por 21 dias apresenta melhora na maciez, mas ainda não atinge escore de maciez que possibilite afirmar que é uma carne macia (MANÇO, 2002).

O conhecimento das alterações bioquímicas envolvidas na maciez resulta em diferentes métodos de avaliação e medição desta maciez. A força de cisalhamento é um dos métodos mais utilizados devido à correlação positiva com os resultados da avaliação sensorial (DELGADO, 2001). A medida da degradação das proteínas musculares através do índice de fragmentação das miofibrilas também é amplamente utilizada (HOPKINS *et al.*, 2000).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da maturação na maciez da carne de animais jovens e intermediários da raça Nelore maturada por 49 dias.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Foram utilizados 20 bovinos sãos, da raça Nelore, castrados, abatidos no Frigorífico Vangélio Mondelli em Bauru - SP, sob Serviço de Inspeção Federal (SIF 1758), sendo estes animais divididos em dois grupos de idade classificada de acordo com a cronologia dentária, constituindo os tratamentos:

- Tratamento 1 – animais com 2 dentes definitivos classificados como animais “jovens” com dois anos de idade;
- Tratamento 2 – animais com 4 dentes definitivos classificados como animais “intermediários” com três anos de idade.

Os animais foram selecionados em três colheitas diferentes, sendo uma a cada dois meses. Na primeira colheita foram selecionados dois animais, na segunda colheita quatro animais e na terceira 14 animais, totalizando 20 animais, 10 jovens e 10 intermediários. Em todas as colheitas os animais foram selecionados dentro de um mesmo lote ou origem (Tabela 1).

- 1ª colheita: 1 animal jovem e 1 animal intermediário;
- 2ª colheita: 2 animais jovens e 2 animais intermediários;
- 3ª colheita: 7 animais jovens e 7 animais intermediários.

Após inspeção nos currais para se avaliar as condições gerais do lote foram anotados: horário de chegada no frigorífico, procedência, condições de estrada e transporte (modelo – anexo I). Os animais foram abatidos com insensibilização prévia através de pistola pneumática de dardo cativo.

A operação de abate seguiu as normas previstas pelo Serviço de Inspeção Federal, sendo que a seleção dos animais ocorreu ao longo da linha de abate, onde foi possível identificar os animais com plaquetas numeradas, fixadas no lado direito da carcaça.

As meias-carcaças permaneceram em câmara de resfriamento por 24 horas, onde foram monitoradas a queda de pH e as condições de resfriamento das carcaças, e a umidade relativa e temperatura ambiente da

câmara.

As carcaças foram retiradas da câmara fria após 24 horas de resfriamento. O contrafilé foi desossado e cortado em cortes transversais de 2,5cm de largura a partir da 10ª costela. Para cada animal foram retirados 7 cortes, sendo cada corte identificado de acordo com animal e número de seqüência do corte, (animal 1 corte 1, identificação 1.1), e assim sucessivamente.

Todas as amostras foram embaladas a vácuo dentro da indústria e transportadas ao Laboratório de Tecnologia de Carnes do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, campus de Botucatu, onde foram realizadas as avaliações.

No laboratório, as amostras permaneceram sob refrigeração (0 a 1°C) para maturação, até o momento da análise. Cada corte correspondeu a uma análise, sendo as amostras 1, 2 e 3 destinadas à avaliação da maciez pela força de cisalhamento (Warner-Bratzler - WB) e perda de peso por cocção (71°C) e as amostras 4 a 7 para avaliação de proteínas pelo Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM). O protocolo utilizado nas colheitas para identificação das amostras, análises e períodos de maturação foi:

Cortes	1	2	3	4	5	6	7
Vértebra	9ªT*	10ªT	11ªT	3ªL**	4ªL	5ªL	6ªL

* T vértebra torácica

**L vértebra lombar

1- Maturação da amostra por 49 dias seguida de congelamento para posterior avaliação da maciez pela força de cisalhamento e perda de peso por cocção (PPC).

2- Amostra congelada na chegada ao laboratório para posterior avaliação da maciez pela força de cisalhamento e PPC.

3- Maturação da amostra por 14 dias seguida de congelamento para posterior avaliação da maciez pela força de cisalhamento e PPC.

4- Congelamento da amostra na chegada ao laboratório para posterior avaliação de proteínas pelo Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM).

5- Maturação da amostra por 14 dias e posterior congelamento para

avaliação de proteínas pelo Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM).

6- Maturação da amostra por 28 dias e posterior congelamento para avaliação de proteínas pelo Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM).

7- Maturação da amostra por 49 dias e posterior congelamento para avaliação de proteínas pelo Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM).

Tabela 1 – Lote de abate, número de animais do lote, idade de abate, peso de carcaça quente, procedência e distância de transporte dos animais.

Lote	n° de animais do lote	n° do animal no lote	Idade (anos)	Peso da carcaça quente (kg)	Procedência e distância de transporte (km)
2	114	38	2	239,2	Porto Feliz – SP 210 Km
		54	3	283,3	
7	108	43	2	288,8	Camapuã – MS 806 km
		52	2	264,6	
		29	3	244,1	
		35	3	275,4	
4	144	14	2	269,7	Bauru – SP < 50 km
		17	2	239,3	
		25	2	251,7	
		31	2	253,7	
		50	2	247,0	
		59	2	268,3	
		100	2	310,2	
		21	3	281,7	
		40	3	246,8	
		41	3	296,5	
		58	3	283,5	
		60	3	250,1	
80	3	293,7			
88	3	347,2			
Média	-----	-----	2	259,6 (17,30@)	
			3	275,7 (18,38@)	

Métodos

Força de cisalhamento

Foi determinada segundo a metodologia descrita por SAVELL et al. (1998), nas amostras maturadas por 1, 14 e 49 dias, submetidas à cocção até a temperatura interna de 71°C e cortadas em cilindros de 1,27cm, através do Warner-Bratzler (capacidade de 25kg e velocidade do seccionador de 20cm/min), após refrigeração (4°C por 12 horas).

Perda de peso por cocção

Foi determinada nas amostras destinadas a avaliação da maciez objetiva. A avaliação de perda de peso durante o cozimento foi realizada pela diferença de peso antes e depois da cocção.

As amostras foram submetidas a aquecimento em forno elétrico de dupla resistência até atingir temperatura de 71°C aferida no centro geométrico da amostra.

Índice de fragmentação miofibrilar (IFM)

A determinação do IFM foi realizada no Laboratório do Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências, UNESP-Botucatu, segundo método descrito por CULLER et al. (1978), nas amostras maturadas por 1, 14, 28 e 49 dias. As amostras foram transportadas ao laboratório sob refrigeração.

- Extração de proteínas

Três gramas de amostra congelada, livre de gordura e de tecido conjuntivo foram homogeneizadas em 30mL de tampão de índice de fragmentação miofibrilar (TIFM) a 2° C (100mM KCl, 20mM de fosfato de potássio pH 7,0, 1mM MgCl₂ e 1mM NaN₃, em pH7,0) com auxílio de *Ultraturrax* a 18000 rpm.

Após a homogeneização as amostras foram centrifugadas a 1000Xg por 17 minutos a 2° C e descartado o sobrenadante. Ao sedimento foram adicionados 30mL de TIFM a 2° C e homogeneizado utilizando-se um bastão de vidro.

As amostras foram novamente centrifugadas à 1000Xg por 17 minutos a 2° C e o sobrenadante foi novamente descartado. Ao sedimento foi adicionado 7,5 mL de TIFM à 2° C e com auxílio de agitador o sedimento foi misturada ao tampão até tornar-se bastante homogêneo. A amostra foi filtrada em peneira doméstica e ao filtrado foi adicionado 7,5mL de TIFM a 2° C.

- *Quantificação de proteínas*

Após a extração das proteínas miofibrilares com o TIFM, foi realizada a quantificação de proteínas totais pelo método do Macro Biureto (GORNAL *et al.*, 1949).

Em tubos de ensaios foram colocados 0,25 ml de amostra, 0,75 ml de TMFI (2° C) e 4 ml do reagente de Biureto. Após este preparo os tubos permaneceram por 30 minutos no escuro para posterior leitura no espectrofotômetro com comprimento de onda de 540 nm.

- *Determinação do índice de fragmentação miofibrilar (IFM)*

Depois de calculada a concentração de proteína, foi obtida para cada amostra uma solução com um volume de 8mL e concentração de proteína de 0,5mg/mL (obtida com o TIFM), imediatamente antes da leitura. Estas amostras foram homogeneizadas vigorosamente e a medida da absorbância foi realizada em espectrofotômetro em comprimento de onda de 540nm. O TMFI foi utilizado para zerar o aparelho e o índice de fragmentação miofibrilar foi obtido através multiplicação da absorbância por 200.

$$\text{IFM} = \text{Absorbância} \times 200$$

Análise estatística

Para as avaliações da maciez objetiva e perdas de peso por cocção as observações foram feitas em três tempos (1, 14 e 49 dias *post-mortem*) para dois tratamentos (idades de abate). Para avaliação do índice de fragmentação miofibrilar as observações foram feitas em quatro tempos (1, 14, 28 e 49 dias) para dois tratamentos (idades de abate). O esquema de análise adotado foi o de parcela subdividida, considerando o tempo como parcela e os tratamentos como subparcela e utilizado o teste F para verificar a diferença entre os tempos e os tratamentos. O efeito de tratamento foi considerado alinhado aos tempos

para verificar diferenças de tratamento para os tempos fixados. Em todas as variáveis foi verificada a normalidade dos dados para a aplicação do teste F na análise de variância.

Para as comparações entre tratamentos, tempo e tratamentos com tempo fixado foi aplicado o teste t-Student obtido com o comando LSMEANS do PROC GLM do SAS V8.02 (SAS, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Força de cisalhamento

Os valores médios de força de cisalhamento do músculo *Longissimus dorsi* de animais com diferentes idades de abate, avaliados em função dos diferentes períodos de maturação estão apresentados na Tabela 2.

Os valores médios de força de cisalhamento apresentados indicam que há diferença estatística ($P < 0,05$) entre a média das idades de abate estudadas (Tabela 2, Figura 1). De acordo com os valores médios encontrados os animais intermediários apresentaram menor ($P < 0,05$) força de cisalhamento quando comparados aos animais jovens. Através da Figura 1 verifica-se que há evidentes diferenças na maciez entre os animais de dois e três anos, em cada período de maturação avaliado (1, 14 e 49 dias), porém estas diferenças numéricas não foram significativas ($P > 0,05$, Tabela 2).

Quando a força de cisalhamento foi avaliada em função do tempo de maturação houve diferença estatística significativa ($P < 0,01$) nos valores encontrados, em todos os períodos estudados. O valor médio de 6,83kg, observado um dia *post-mortem*, passou para 5,50kg aos 14 dias e 4,83kg após 49 dias de maturação.

Independente de fatores como raça, sistema de produção e idade de abate, a diminuição dos valores de força de cisalhamento ao longo do período e maturação é encontrada por vários autores (HADLICH, 2004; MORALES, 2004; RUBENSAM et al., 1998; PRINGLE et al., 1997; O'CONNOR et al., 1997; FEIJÓ & MÜLLER, 1994; CROUSE et al., 1989).

Considerando o valor de força de cisalhamento, proposto por SHACKELFORD et al. (1991), de 4,6 kg como limite entre carne dura e macia apenas os animais intermediários após 49 dias de maturação apresentaram carne macia. Porém se considerarmos os valores propostos por FELÍCIO (2000) de 5,0 kg como limite entre carne dura e macia, 14 dias de maturação seriam suficientes para tornar a carne de animais com três anos de idade macia, porém a carne dos animais jovens precisaria de 49 dias de maturação para então ser considerada macia.

Segundo KOOHMARAIE et al. (1994) e WHEELER et al. (1994) o valor limite de força de cisalhamento entre carne dura e carne macia é de 6,0 kg, enquanto que JOHNSON et al. (1990) considera limite o valor de 5,5 kg e MCKEITH et al. (1985) 4,5 kg. Portanto observa-se que os valores que limitam a maciez da carne variam entre os autores.

A variação entre estes valores ocorre porque, durante o *post-mortem*, as mudanças bioquímicas na carne não acontecem de maneira uniforme entre os animais o que levaria a uma superestimação ou subestimação do que realmente ocorre neste período, segundo KOOHMARAIE et al. (2003).

A variabilidade encontrada na maciez, dentro de um mesmo tratamento, também pode estar relacionada com a temperatura de instalação do *rigor - mortis*, já que existe um endurecimento diferenciado entre as diversas porções do músculo *Longissimus dorsi*, sob reduzidas temperaturas (FEIJÓ & MÜLLER, 1994).

WHEELER et a. (1997) comparando os valores médios da força de cisalhamento avaliados dentro de uma mesma instituição e entre instituições concluíram que os valores encontrados são diferentes dentro e entre as instituições devido ao protocolo utilizado, execução do protocolo e as variações nos instrumentos utilizados, portanto a comparação entre os valores numéricos de diferentes trabalhos como sendo valores absolutos é incorreta.

Tabela 2 – Valores médios de força de cisalhamento (kg) do músculo *Longissimus dorsi* de animais com diferentes idades de abate em diferentes períodos de maturação.

Animal	Tempo de maturação (dias)			Média
	1	14	49	
Jovem	6,96A ³	5,90AB	5,02B	5,96a ²
Intermediário	6,69A	5,09B	4,63B	5,47b
Média	6,83A ¹	5,50B	4,83C	

¹ Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre a média geral dos resultados em função do tempo *post-mortem* (P<0,01); ² letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre a média geral dos tratamentos (P<0,05); ³ letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre a média de cada tratamento em função do tempo *post-mortem* (P<0,01).

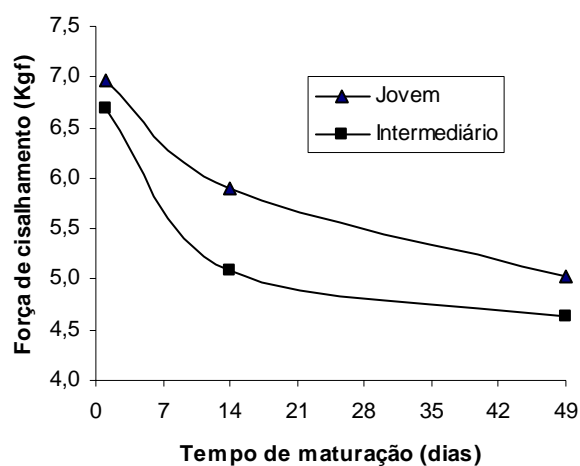


Figura 1 - Força de cisalhamento (kg) do músculo *Longissimus dorsi* de animais com diferentes idades de abate em diferentes períodos de maturação.

Perdas por cocção (PPC)

Os valores médios de perda de peso por cocção a 71°C estão apresentados na Tabela 3.

Não houve efeito da idade ($P>0,05$) nem do período de maturação ($P>0,05$) nos valores médios encontrados (Tabela 3, Figura 2). Nos animais jovens foram observados valores médios de PPC iguais a 34% e nos animais intermediários iguais a 33,64%.

Os períodos de maturação estudados não tiveram efeito ($P>0,05$) sobre a PPC. Aos dois dias foram observados valores médios de 33,75, aos 14 dias valores iguais a 33,85 e aos 49 dias valores iguais a 33,86%.

Os valores de perda de peso por cocção são indicativos da capacidade de retenção de água. O aumento dos valores de PPC indicaria uma diminuição da capacidade de retenção de água, porém não é possível afirmar uma vez que a capacidade de retenção de água não foi avaliada.

Tabela 3 - Valores médios de perda de peso por cocção (%) do músculo *Longissimus dorsi* de animais com diferentes idades de abate em função do tempo de maturação.

Idade	Tempo de maturação (dias)			Média
	1	14	49	
Jovem	33,25	33,52	35,22	34,00
Intermediário	34,25	34,18	32,50	33,64
Média	33,75	33,85	33,86	

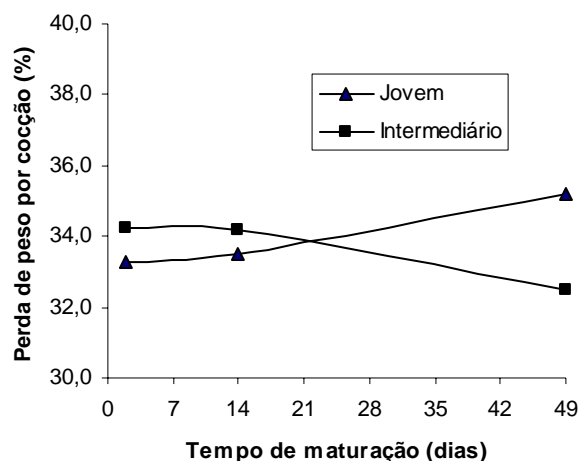


Figura 2 - Perda de peso por cocção (%) do músculo *Longissimus dorsi* de animais com diferentes idades de abate em função do tempo de maturação.

Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM)

Os valores médios do índice de fragmentação miofibrilar (IFM) do músculo *Longissimus dorsi* de animais com diferentes idades de abate avaliados em diferentes períodos de maturação estão apresentados na Tabela 4 e Figura 3.

A idade de abate não influenciou ($P > 0,05$) os valores médios de IFM encontrados nos períodos de maturação avaliados (Tabela 4, Figura 3). Os animais jovens e intermediários apresentaram valores não significativos de IFM quando comparados no primeiro dia, aos 14, 28 e 49 dias *post – mortem*.

Quando comparados os diferentes períodos de maturação os valores de IFM tiveram efeito significativo ($P < 0,01$). Os valores de IFM aumentaram ($P < 0,01$) com o aumento do período de maturação indicando que houve aumento da proteólise muscular.

A influência do tempo de maturação no aumento dos valores do IFM é reportada por vários autores (HADLICH, 2004; MORALES, 2004; ROBBINS et al., 2003; CHAMBAZ et al., 2003; THERKILDSEN e tal., 2002 e SILVA et al., 1999).

Com o aumento do tempo de maturação há aumento nos valores de

IFM e uma correspondente diminuição dos valores de força de cisalhamento. O aumento do IFM com a maturação é explicado pela quebra das miofibrilas em pequenos segmentos, próximo a região do disco Z ou no próprio disco Z durante o armazenamento (OLSON et al., 1976). Essas mudanças estão associadas com a degradação de duas proteínas de grande massa muscular, que são a nebulina e a titina, no entanto o desaparecimento de proteínas menores tem merecido atenção dos pesquisadores. Um dos maiores indicadores de degradação proteolítica durante o período de maturação é o aparecimento de produtos resultantes da degradação da troponina T (TN - T) com peso molecular de aproximadamente 30kDA (KOLCZAK et al., 2003). O aparecimento destes fragmentos pode ser utilizado para indicar a taxa de amaciamento após a maturação (PENNY & DRANSFIELD, 1979; CASSERLY et al., 2000).

O IFM prediz mais de 50% da variação da maciez da carne além de ter correlação com os índices de maciez como a força de cisalhamento, já que com o aumento do IFM há diminuição dos valores obtidos na avaliação da força de cisalhamento e no painel sensorial (HOPKINS et al., 2000; OLSON et al., 1976).

Independente da idade de abate e do período de maturação a correlação encontrada entre o IFM e a força de cisalhamento, no presente trabalho, foi de -0,44 ($P < 0,001$). Este valor de correlação é inferior aos encontrados por HADLICH (2004) e por SILVA et al. (1999).

Para músculos menores nos quais não é possível determinar a força de cisalhamento a determinação IFM pode ser utilizada como indicador de maciez na carne (VEISETH et al., 2001).

Tabela 4 – Valores médios do índice de fragmentação miofibrilar (IFM) do músculo *Longissimus dorsi* de animais com diferentes idades de abate em função do tempo de maturação.

Idade	Tempo de maturação (dias)				Média
	1	14	28	49	
Jovem	80,3A ²	102,8B	126,3C	142,0C	112,95
Intermediário	91,7A	105,0A	121,8B	145,6C	116,02
Média	86,25A ¹	103,9B	124,05C	143,80D	

¹ Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre a média geral dos resultados em função do tempo de maturação ($P < 0,01$); ² letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre a média de cada tratamento em função do tempo ($P < 0,05$).

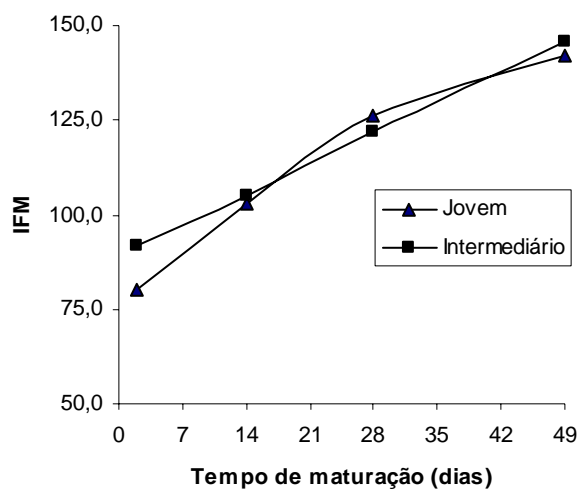


Figura 3 - Índice de fragmentação miofibrilar (IFM) do músculo *Longissimus dorsi* de animais com diferentes idades de abate em função do tempo de maturação.

CONCLUSÕES

Os resultados encontrados no presente trabalho permitem concluir que:

- A carne proveniente de animais com dois anos de idade apresenta valores médios de força de cisalhamento superior à carne de animais com três anos. As perdas de peso por cocção e o Índice de Fragmentação Miofibrilar (IMF) não apresentam diferenças com relação à idade;
- Os valores da força de cisalhamento diminuem com o aumento do tempo de maturação, indicando uma melhora a maciez da carne;
- Os valores de IFM aumentam com o aumento do período de maturação sendo indicativo da proteólise miofibrilar;
- O período de maturação não altera as perdas de peso por cocção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

AZEVEDO, P. F. de. Comercialização de Produtos Agroindustriais. In: Batalha, M. O. Gestão Agroindustrial. São Paulo: **Atlas**, 1997. v.1, cap. 2, p. 49 – 82.

BIAGINI, G. R. Qualidade da carne bovina: maciez. **Frigorífico**, São Paulo, v. 7, n.69, p.50, abr. 2001.

CARLOS P. et al. Analysis of consumer perceptions on quality and food safety in the spanish beef market: a future application in new product development. In: Congress of the European Association of Agricultural Economists, 11., 2005, Copenhagen. Disponível em: < www.eaae.org/activities/html/congress.htm> Acesso em: 20 nov 2005

CASSERLY, U.; MOONEY, M.; TROY, D. Standardization and application of a semi-quantitative SDS-page method for measurement of miofibrillar protein fragments in bovine Longissimus muscle. **Food Chemistry**, New York, v. 69, p. 379 – 385, 2000.

CHAMBAZ, A. et al. Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. **Meat Science**, Switzerland, v. 63, p. 491 – 500, 2003.

CROUSE, J. D. et al. Comparisons of Bos indicus and Bos Taurus inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 67, p. 2661 - 2668, 1989.

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

*Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24p.

DELGADO, E. F. Fatores bioquímicos que afetam a maciez da carne. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA CARNE. 1., 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: CTC/ITAL, 2001.

FEIJÓ, G. L. D.; MÜLLER, L. Estudo dos efeitos da desossa a quente e na maturação na qualidade da carne de bovinos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p.617 - 622, 1994.

FEIJÓ G. O bovino ideal. Sociedade Nacional de Agricultura, 1998. ano 101, nº626. Disponível em: <<http://biblioteca.sna.agr.br/artigos/artitec-bovinos03.htm>> Acesso em 20 nov 2005.

FELÍCIO, P.E. Qualidade da carne Nelore e o mercado mundial. 2000. Disponível em: <<http://www.fea.unicamp.br/lab/carnes/textos.htm>> Acesso em:28 dez 2005.

GORNALL, A. G.; BARDAWILL, C. L.; DAVID, M. M. Determination of serum protein by means of the biuret reaction. **Journal Biology and Chemistry**, London, v. 177, p.751-766, 1949

HADLICH, J. C. **Metodologias de análise de maciez como parâmetro de qualidade de carne de bovinos de diferentes grupos genéticos e idades**. 2004. 94 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia/Nutrição e Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

HOPKINS, D. L.; KLEESE, W. C.; SZPACENKO, A. A research note on factors affecting the determination of myofibrillar fragmentation. **Meat Science**, Barking, v. 56, p. 19 – 22. 2000.

JATURASITHA, S. et al. Reducing toughness of beef from *Bos indicus* draught steers by injection of calcium chloride: effect of concentration and time postmortem. **Meat Science**, Barking, v.68, p.61-69, 2004.

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

KOLCZAK, T. et al. Changes of myofibrillar and centrifugal drip proteins and shear force of psoas major and minor and semitendinosus muscles from calves, heifers and cows during postmortem ageing. **Meat Science**, Barking, v. 64, p. 69 – 75. 2003.

KOOHMARAIE, M. et al. Understanding and managing variation in meat tenderness. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 40., 2003 Santa Maria. **Anais...**Santa Maria: UFSM, 2003. 1 CD-ROM.

KOOHMARAIE, M. Muscle proteinases and meat aging. **Meat Science**, Barking, v.36, n.1/2, p.93-104, 1994.

MANÇO, M. C. W. **Efeito da idade de abate em parâmetros *post-mortem* e na maturação da carne de bovinos da raça Nelore**. 2002. 84 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia/Nutrição e Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

MORALES, D. C. **Estudo da proteólise miofibrilar e das características de qualidade de carne de bovinos *Bos indicus* submetidos ao modelo biológico superprecoce**. 2004. 60 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia/Nutrição e Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

MCKEITH, F.K.; DEVOL, D.L.; MILES, R.S.; BECHTEL, P.J.; CARR, T.R. Chemical and sensory properties of thirteen major beef muscle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.50, p.869-872, 1985.

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

PRINGLE, T.D. et al. Carcass characteristics, the calpain proteinase system, and aged tenderness of Angus and Brahman crossbred steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 2955 - 2961, 1997.

OLSON, D. G.; PARRISH, F. C. Jr; STROMER, M. H. Myofibrillar fragmentation and shear resistance of three bovine muscles during postmortem storage. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 41, p. 1036 - 1041. 1976.

PENNY, I. F.; DRANSFIELD, E. The relationship between toughness and troponin – in conditioned beef. **Meat Science**, Barking, v. 3, p. 135 – 138. 1979

PEREIRA, A.S.C. **Qualidade da carne de bovinos nelore (*Bos taurus indicus*) suplementados com vitamina E**. 2002. 86 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia/ Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2002.

ROBBINS, K. et al. Consumer attitudes towards beef and acceptability of enhanced beef. **Meat Science**, Illinois, v. 65, p. 721 – 729, 2003.

SAVELL, J. et al. Standardized Warner-Bratzler shear force procedures for genetic evaluation. 1998. Disponível em <<http://savelli.tamu.edu/shearstand.html>> Acesso em: 29 out 2005.

Statistical Analysis System. **User's procedures guide**, version 8.02, 4.ed., Cary, 2001, 2 v.

RUBENSAM, J. M.; FELÍCIO, P. E.; TERMIGNONI, C. Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos

abatidos no sul do Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 4, p.405 - 409, out.- dez.,1998.

THERKILDSEN, M et al. Effect growth rate on tenderness development and final tenderness of meat from Friesan calves. **Animal Science**, Tjele, v. 74, p. 253 – 264, 2002.

SHACKELFORD, S. D. An evaluation of tenderness of the *longissimus dorsi* of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 171 – 177. 1991.

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

VEISETH, E.; et al. Technical note: comparison of myofibril fragmentation index form fresh and frozen pork and lamb Longissimus. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p. 904 – 906. 2001.

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

WHEELER, T.L et al. A comparison of Warner-Bratzler shear force assessment within and among institutions. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, p.2423 – 2432, 1997.

IMPLICAÇÕES

Com a conquista do primeiro lugar em exportação mundial de carne bovina o Brasil sente, de maneira muito rápida, as conseqüências das mudanças na cadeia produtiva da pecuária internacional devido a economia globalizada na qual todo o setor está inserido.

Essas mudanças são rápidas e constantes, tanto do ponto de vista do produtor como do consumidor, chegando a ser diárias. Um dia é descoberto um foco de aftosa no Mato Grosso do Sul, no outro dia, 43 países suspendem a importação da carne brasileira, oriunda daquele estado e de outros três com risco de contaminação.

A consolidação do primeiro lugar no ranking dos exportadores deve acontecer mediante a consolidação de programas de sanidade animal, como por exemplo, o programa de erradicação da febre aftosa, uma vez que a carne brasileira é produzida em condições higiênicas e sanitárias adequadas, há oferta do produto em quantidade e qualidade, além dos baixos preços praticados no mercado internacional.

Todos os segmentos da cadeia produtiva da carne estão focados na sustentabilidade da pecuária brasileira. Medidas como a criação do SISBOV (Sistema Brasileiro de Identificação e Certificação de Origem Bovina e Bubalina) e do selo de garantia de origem como o *Brazilian Beef* identificam a carne brasileira junto ao mercado consumidor.

Com o maior rebanho comercial do mundo e ocupando o 5º lugar em extensão territorial mundial, a adoção de tecnologias como a rastreabilidade é de fundamental importância para manter a competitividade no mercado internacional de carne, altamente exigente e concorrido.

O rebanho brasileiro é constituído por várias raças com a predominância das raças zebuínas e seus cruzamentos. O sistema de produção predominante é o extensivo, principalmente na região entre a linha do

Equador e trópico de Capricórnio. Do ponto de vista de produção de carne estas são duas grandes vantagens.

O Nelore é a base do sistema de cruzamento do rebanho nacional devido às características de adaptabilidade as nossas condições climáticas. A grande extensão territorial permite a adoção do sistema de produção extensivo. A produção em pasto é um diferencial que deve ser mais bem explorado. Depois do surto de encefalopatia espongiforme bovina (BSE) na União Européia associado a alimentação de animais criados intensivamente, a criação extensiva passou a ser associada com animais saudáveis ou com menores riscos de contaminação. Isso sem considerar o conceito de bem estar animal. Animais criados sem a privação de movimentos são considerados “mais felizes” produzindo produtos de qualidade superior.

Garantida a segurança alimentar, a maciez é a característica mais importante na qualidade das carnes. Os níveis de maciez alcançados pela carne de animais zebuínos, maturada por 21 dias, ainda não atingem valores de uma carne considerada macia. Maiores períodos de maturação são inviáveis para a indústria.

Problemas recentes como estufamento das embalagens a vácuo de carne bovina e de outras espécies, produzidas no Brasil e em outros países, estão relacionados com a presença de microrganismos, principalmente do gênero *Clostridium*. O acompanhamento das condições higiênicas durante todas as etapas de processamento, desde o abate até embalagem e o controle de temperatura durante o transporte e o armazenamento devem ser efetivos para garantir a qualidade da carne brasileira.

O presente trabalho teve como objetivo estudar as alterações de qualidade da carne bovina resfriada mantida sob refrigeração controlada por até 49 dias. Os resultados encontrados nos permitem afirmar que o controle efetivo da temperatura durante todas as etapas de processamento evita problemas higiênicos como os relatados recentemente na mídia nacional e internacional, e garantem a qualidade da carne. As indústrias que exportam carne resfriada devem estar atentas às condições de higiene do abate, da

desossa e embalagem e ao monitoramento da cadeia do frio na indústria, no transporte e na etapa de embarque e transporte marítimo.

Além disso, a carne exportada resfriada passa por um processo de maturação resultando em uma carne mais macia, sem alterações de características importantes como a cor.

ANEXO I

Monitoramento do transporte e tempo de retenção – Dia _____

Grupos	Procedência	Distância de transporte	Tempo de transporte	Condições da estrada	Horário de Chegada	Horário de abate	Tempo de retenção	Ocorrências – inspeção <i>ante-mortem</i>
Grupo I								
Grupo II								

Monitoramento da inspeção *post-mortem* – Dia _____

Grupos	Nº animais no lote	Contusões	condenações parciais do lote	condenações totais do lote
Grupo I				
Grupo II				

ANEXO II

Tipificação de Carcaça – Dia

Grupos	Animal	Número	peso da carcaça	conformação	acabamento	classificação	peso após resfriam.
Grupo I	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
Grupo II	6						
	7						
	8						
	9						
	10						

ANEXO III

Post-mortem - câmara – Dia _____ - horário _____

Grupos	Animal	pH-LD 2 hs.	T-LD 2 hs.	pH-TB 2 hs.	T-TB 2 hs.	pH-LD 4 hs.	T-LD 4 hs.	pH-TB 4 hs.	T-TB 4 hs.	pH-LD 6 hs.	T-LD 6 hs.	pH-TB 6 hs.	T-TB 6 hs.	pH-LD 24 hs.	T-LD 24 hs.	pH-TB 24 hs.	T-TB 24 hs.
Grupo I horário de chegada na câmara:	1																
	2																
	3																
	4																
	5																
temperatura																	
umidade relativa																	
Grupo II horário de chegada na câmara:	6																
	7																
	8																
	9																
	10																
temperatura																	
umidade relativa																	

ANEXO IV

ANÁLISE SENSORIAL – carne bovina

NOME	Nº	DATA: ___/___/___
------	----	-------------------

Instruções:

- 1- Faça primeiro a avaliação do aroma, depois do sabor, textura sob luz vermelha.
- 2- Finalmente faça cor da carne crua sob luz branca.

AROMA

INTENSIDADE DO AROMA		muito intenso e característico
amostra	sem aroma	de carne bovina
4578	_____	
5687	_____	
9862	_____	

AROMA ESTRANHO

1- nenhum	6- moderadamente forte
2- extremamente fraco	7- forte
3- muito fraco	8- muito forte
4- fraco	9- extremamente forte
5- moderadamente fraco	

amostras	4578	5687	9862
Valor			

SABOR

SABOR		
amostra	muito ruim	muito bom
4578	_____	_____
5687	_____	_____
9862	_____	_____

SABOR ESTRANHO

1- nenhum	6- moderadamente forte
2- extremamente fraco	7- forte
3- muito fraco	8- muito forte
4- fraco	9- extremamente forte
5- moderadamente fraco	

amostras	4578	5687	9862
valor			

TEXTURA

MACIEZ: força requerida para romper os alimentos entre os dentes molares

1- extremamente macio (catupiri)	6- levemente dura
2- muito macia	7- moderadamente dura
3- moderadamente macia	8- muito dura
4- macia	9- extremamente dura (bala soft)
5- nem macia nem dura (azeitona)	

amostras	4578	5687	9862
valor			

SUCULÊNCIA: formação de suco ou umidade na boca durante a mastigação.

1- extremamente seco	6- levemente succulento
2- muito seco	7- moderadamente succulento
3- moderadamente seco	8- muito succulento
4- levemente seco	9- extremamente succulento
5- nem seco nem succulento	

amostras	4578	5687	9862
valor			

MASTIGABILIDADE

	elástica, borrachenta,	desintegra facilmente
amostra	difícil de deglutir	na boca, fácil de deglutir
<u>4578</u>	_____	_____
<u>5687</u>	_____	_____
<u>9862</u>	_____	_____

COR

COR	amostra	vermelho cereja brilhante	vermelho escuro
4578	<hr/>	<hr/>	
5687	<hr/>	<hr/>	
9862	<hr/>	<hr/>	