

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

**DESEMPENHO DE BOVINOS CRUZADOS E PARÂMETROS
QUALITATIVOS DE MÚSCULOS MATURADOS**

Leonardo Dimas do Carmo Vieira

Zootecnista

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

**DESEMPENHO DE BOVINOS CRUZADOS E PARÂMETROS
QUALITATIVOS DE MÚSCULOS MATURADOS**

Leonardo Dimas do Carmo Vieira

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Hrasilva Borba

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de
Jaboticabal, como parte exigências das para a
obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

V665d Viera, Leonardo Dimas do Carmo
Desempenho de bovinos cruzados e parâmetros qualitativos de
músculos maturados / Leonardo Dimas do Carmo Vieira. – –
Jaboticabal, 2015
x, 82 p. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015
Orientadora: Hirasilva Borba
Banca examinadora: Rafael Silvio Bonilha Pinheiro, Marco Antônio
Trindade, Eric Van Cleef, Pedro Alves de Sousa
Bibliografia

1. Colágeno. 2. Índice de fragmentação miofibrilar. 3. Maciez. I.
Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 637.5.032:636.2

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: DESEMPENHO DE BOVINOS CRUZADOS E PARÂMETROS QUALITATIVOS DE MÚSCULOS MATURADOS

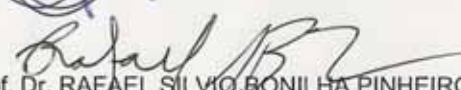
AUTOR: LEONARDO DIMAS DO CARMO VIEIRA

ORIENTADORA: Profa. Dra. HIRASILVA BORBA

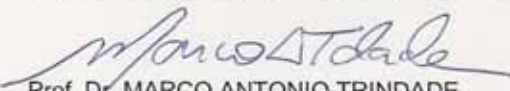
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:


Profa. Dra. HIRASILVA BORBA

Departamento de Tecnologia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. RAFAEL SILVIO BONILHA PINHEIRO

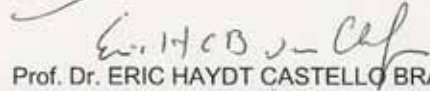
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. MARCO ANTONIO TRINDADE

Universidade de São Paulo / Pirassununga/SP


Prof. Dr. PEDRO ALVES DE SOUZA

Departamento de Tecnologia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. ERIC HAYDT CASTELLO BRANCO VAN CLEEF

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 12 de fevereiro de 2015.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Leonardo Dimas do Carmo Vieira – nascido em Viçosa, Minas Gerais, aos 15 dias do mês de julho no ano de 1984, filho de José Antônio Vieira e Vilma Santos do Carmo Vieira. Graduiu-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras em fevereiro de 2008. Durante a graduação foi bolsista de Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, na modalidade de iniciação científica, sob a orientação do Prof. Dr. Juan Ramón Olalquiaga Pérez. Em março de 2009 ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Produção de Ruminantes, junto a Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, sob a orientação do Prof. Dr. Pedro Alves de Sousa, e concluiu em fevereiro de 2011. Durante o período de Mestrado foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. Em março de 2011 iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia na mesma instituição de ensino, sob a orientação da Profa. Dra. Hirasilva Borba. Durante o período de Doutorado foi bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP.

*A vida é uma peça de teatro que não permite ensaios.
Por isso, cante, chore, dance, ria e viva intensamente,
antes que a cortina se feche e a peça termine
sem aplausos.*

Charles Chaplin

Aos meus pais, Vilma e José Antônio, pelos ensinamentos, pelo amor e pela confiança que depositaram em mim, amo muito vocês.

A minha irmã, Sarah, e meu cunhado Ronaldo pessoas muito especiais com quem, sem dúvida, sempre poderei contar.

A todos meus familiares que mesmo a distância sempre me apoiaram e passaram força, com um carinho especial a minha avó Maria.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, a quem tudo devemos e sem ele nada seríamos, muito obrigado pela
oportunidade da vida;

A FCAV/ Unesp – Jaboticabal pela oportunidade de cursar o doutorado em uma das
melhores instituições do país;

A FAPESP (processo 2011/10376-2) pela bolsa de estudos, e pelo auxílio a
pesquisa (processo 2012/18238-0) sem os quais este doutorado seria impossível;

A EMBRAPA por ter cedido suas instalações e estrutura para a realização deste
experimento;

A minha orientadora professora doutora Hirasilva Borba, pela oportunidade,
amizade, confiança e sempre ter me apoiado em todos os momentos, que além de
orientadora passou a ser uma “segunda mãe”, dando conselhos e ajudando no que
fosse preciso durante estes 6 anos de convivência;

Ao professor doutor Pedro Alves de Souza com quem sempre pude contar desde
meu mestrado, pela amizade, conselhos e ajuda inestimáveis para o
desenvolvimento deste experimento e durante minha estadia em Jaboticabal, e por
ter aceitado participar desta banca de defesa;

Ao Dr. Rymer, e Dr. Alexandre meus co-orientadores, pela oportunidade, amizade,
orientação durante o experimento e acima de tudo pela confiança;

A dra. Renata pela ajuda durante o experimento e conselhos muito proveitosos
durante o doutorado;

Ao Dr. Eric Van Cleef por ter aceitado participar desta banca de defesa, e pelas
correções feitas desde a qualificação;

Ao professor doutor Rafael Silvio Bonilha Pinheiro, por ter aceitado participar da banca de defesa desta dissertação e pelas correções feitas;

Ao professor doutor Marco Antônio Trindade pelas correções feitas na defesa desta tese;

A Tânia, que além de grande profissional uma grande amiga, pelos muitos conselhos e ajuda sempre que necessitei;

Aos funcionários da EMBRAPA Pecuária Sudeste: Avelardo, Carlão, Gilberto, Ricardo, Gilberto, Vaílton, Odacir, Carlão, Didi, Mário e João pelo ótimo convívio e ajuda indispensável durante o experimento;

Ao Paulo, Leandro, Vanessa, Edivânia, Dario, Amanda que além de estagiários durante a fase de campo do experimento tornaram-se grande amigos;

A todos companheiros e amigas do laboratório de tecnologia dos produtos de origem animal (TPOA), Rodrigo (Roko), Fábio, Gustavo (Bodão), Aline, Ana Beatriz, Juliana, Mariana, Carol, Fernanda, Luis, pela ajuda no experimento e acima de tudo pela amizade e paciência em alguns momentos;

As secretárias do departamento, Bete e Renata, pela ajuda sempre que precisei;

A todos os funcionários da seção técnica de pós-graduação pela paciência e auxílio sempre que necessitei;

Aos meus amigos e por bem dizer irmãos da república antro do HV, que na ausência da minha família se tornaram muito mais que companheiros, sempre presentes em todos meus bons e maus momentos durante esta estadia em Jaboticabal, que com certeza ficarão para sempre guardados no coração e pode ter certeza que essa amizade nunca se acabará, vocês são demais.

SUMÁRIO

Resumo.....	xii
Abstract:	xiii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS	14
1- INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 Utilização de raças sintéticas e adaptadas visando melhoria na qualidade da carne	15
2.2 Colágeno	17
2.3 Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM)	19
2.4 Maturação e qualidade da carne bovina.....	19
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21
CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO EM CONFINAMENTO E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE BOVINOS CRUZADOS.....	28
Resumo.....	28
Abstract:	30
1 INTRODUÇÃO.....	31
2. OBJETIVOS.....	32
3. MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1. Local, período e tratamentos	32
4.2. Animais e instalações	33
3.3. Manejo pré-experimental e composição das dietas.....	33
3.4 Abate e avaliação das carcaças.....	36
3.5 Delineamento experimental.....	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5. CONCLUSÕES	42
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
CAPÍTULO 3 – PARÂMETROS QUALITATIVOS DO MÚSCULO <i>longíissimus dorsi</i> e <i>tríceps brachii</i> DE BOVINOS CRUZADOS.....	46
Resumo	46
Abstract:	48

1- INTRODUÇÃO	49
2 - OBJETIVOS.....	50
3 - MATERIAL E MÉTODOS	50
3.1 Coleta das amostras, maturação e análises físicas e químicas na carne.	50
3.2 Cor e pH	51
3.3 Capacidade de retenção de água (CRA).....	51
3.5 Lipídeos totais e perfil de ácidos graxos	52
3.6 Índice de Fragmentação Miofibrilar.....	52
3.7 Colágeno Total	53
3.8 - Delineamento experimental	53
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
5. CONCLUSÕES	75
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76

DESEMPENHO DE BOVINOS CRUZADOS E PARÂMETROS QUALITATIVOS DE MÚSCULOS MATURADOS

Resumo: O trabalho foi desenvolvido na Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP e no Laboratório de Produtos de Origem Animal, pertencente a FCAV/Unesp, Campus de Jaboticabal, SP. Foram utilizados 96 bovinos (machos castrados e fêmeas) de nove grupos genéticos provenientes do acasalamento de vacas: Nelore, $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore com touros das raças Canchim, Bonsmara e Brangus. Os animais foram terminados em confinamento em baias individuais recebendo uma dieta com 13,1% de proteína bruta e 71,0% de nutrientes digestíveis totais, até atingirem o peso de abate de 17@ para os machos e 16@ para as fêmeas, o consumo foi monitorado diariamente através do peso das sobras. O abate foi realizado em frigorífico comercial seguindo a rotina de abate do mesmo. Após o *rigor mortis* foram realizadas as determinações das características de carcaça e coleta de amostras dos músculos *longíssimus dorsi* (entre a 12^a e 13^a costelas) e *tríceps brachii* para a realização das análises. As amostras foram submetidas a diferentes períodos de maturação (0, 7 e 14 dias). Após o período de maturação determinado para cada tratamento foram realizadas as análises de cor, pH, capacidade de retenção de água, perda de peso por cozimento, força de cisalhamento, colágeno, índice de fragmentação miofibrilar e perfil de ácidos graxos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com arranjo fatorial 9 x 2 (9 cruzamentos x 2 sexos) para os dados desempenho e qualidade da carcaça e 9 x 2 x 3 (9 cruzamentos x 2 sexos x 3 períodos de maturação) para os dados de qualidade para os cortes carnes separadamente. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey com 5% de significância utilizando o programa estatístico SAS (2002).

Palavras-chave: colágeno, força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar, perfil de ácidos graxos.

PERFORMANCE OF BOVINE CROSSED AND PARAMETERS QUALITATIVE OF MUSCLES MATURED

Abstract: The work were developed in Embrapa Southeast Livestock, São Carlos, SP, and Laboratory of Animal Products, belonging FCAV/Unesp, Campus de Jaboticabal, SP. were used 96 cattle (steers and heifers) of nine genetic groups from the mating of cows : Nelore, $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore with bulls of breeds Canchim, Bonsmara e Brangus. The animals were finished in confinement in individual stalls receiving a diet with 13,1% crude protein and 71,0% total digestible nutrients, until they reach slaughter weight of 17 @ for steers and 16@ for heifers, the consumption were monitored daily by weighing the leftovers. The slaughter was take place in commercial abattoir following the routine slaughter of the same. After *rigor mortis* were analyzed on carcass traits, and samples of *longíssimus dorsi* (between 12th and 13th ribs) and *triceps brachii* was be collected for analysis during. The samples were subjected to different maturation periods (0, 7 and 14 days). After the maturation period determined for each treatment were carried out analysis color, pH, water holding capacity, weight loss by cooking, shear force, collagen, myofibril fragmentation index and fatty acid profile. The experimental design was completely randomized with factorial 9 x 2 (9 crossings x 2 genders) to the data performance and carcass quality and 9 x 2 x 3 (9 crossings x 2 genders x 3 periods of maturation) for data quality for meat cuts separately. Data were subjected to analysis of variance and means compared by Tukey test at 5% significance using the SAS (2002).

Keywords: collagen, fatty acid profile, myofibril fragmentation index, shear force

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1- INTRODUÇÃO

O rebanho brasileiro é formado basicamente por animais zebuínos, aproximadamente 80% do rebanho nacional, sendo a maioria da raça nelore, devido as suas características de rusticidades e produtivas. Sabendo-se da existência de diferenças na composição muscular entre *Bos indicus* e *Bos taurus*, e conseqüentemente das diferenças quanto a qualidade da carne, são de suma importância estudos para que sejam determinadas as relações existentes entre as características de carcaça e carne para os diferentes grupos genéticos, podendo-se assim contribuir para a elaboração de alternativas que possam melhorar a aceitação da carne em mercados mais exigentes.

O aperfeiçoamento no controle da qualidade da carne é de grande importância para produtores, indústria e rede varejista, pois somente desta maneira foram correspondidas as expectativas dos consumidores em relação à carne. Muitos estudos relacionados ao mecanismo biológico responsável pelo processo de amaciamento da carne têm sido realizados envolvendo parâmetros de qualidade de carne, mostrando com isso o efeito da união entre esses fatores, como produção (idade, sexo, alimentação, raça, etc.), atributos sensoriais (cor, textura e sabor) e características químicas (colágeno, fibras, lipídeos, enzimas) do tecido muscular (RENAND et al., 2001). Os mesmos autores ressaltaram a necessidade de encontrar componentes biológicos que estejam relacionados com atributos sensoriais e sejam de fácil mensuração, além de apresentarem herdabilidade suficiente para serem selecionados.

As diferenças na maciez da carne existente entre os músculos de distintas regiões e funções para o animal são atribuídas a quantidade de colágeno e diferenças na contração ou estiramento durante o *rigor mortis* (KING et al., 2003). As variações na maciez da carne podem surgir no abate, durante o armazenamento *postmortem* ou pela combinação destes dois momentos (KOOHMARAIE, 1996).

A inconsistência na maciez da carne bovina tem se mostrado o maior problema enfrentado pelos elos da cadeia produtiva de carne atualmente. A satisfação do consumidor em relação à carne bovina é embasada na interação entre maciez, suculência e sabor, no entanto há pouca variação na suculência e sabor da carne com relação às práticas adotadas pela indústria frigorífica, portanto se for reduzida ou eliminada a variação na maciez da carne conseqüentemente os problemas também seriam minimizados. (KOOHARAIE et al., 2002)

Com o crescente aumento na exportação de carne pelo Brasil para mercados mais exigentes e surgimento de um novo nicho de consumidores no mercado interno se torna cada vez mais importante o estudo de características que possam influenciar a qualidade da carne produzida, principalmente as que venham a afetar a maciez.

Com a utilização de raças especializadas na produção de carne, em sistemas mais eficientes de criação associados a tecnologias como a maturação pode-se tornar uma alternativa para a obtenção de um produto com melhores características qualitativas e maior valor agregado. Neste sentido uma avaliação com diferentes cruzamentos e os principais fatores que possam exercer influência sobre a maciez da carne pode gerar subsídios que venham a melhorar tanto a eficiência produtiva quanto a qualidade do produto final.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Utilização de raças sintéticas e adaptadas visando melhoria na qualidade da carne

A raça Bonsmara é uma raça sintética que teve origem na África do Sul para solucionar o problema de adaptabilidade ao calor e alta umidade apresentados naquele local sem que houvesse uma perda no desempenho e um decréscimo na qualidade da carne, MUCHENJE et al., 2009, observaram em seus estudos que animais Bonsmara obtiveram desempenho em confinamento superior a bovinos Angus em condições ambientais semelhantes as apresentadas no Brasil, contudo a carne apresentou maior valor de força de cisalhamento para o músculo *longíssimus*

dorsi quando avaliada logo após o *rigor mortis* na comparação com a carne provinda dos animais taurinos, mas após o período de maturação de 14 dias a carne advinda destes dois grupos genéticos não apresentou diferença estatística para esta variável, mostrando que esta técnica pode resolver um dos principais problemas na utilização de animais zebuínos e adaptados para a obtenção de carne mais macia em condições de criação em ambientes tropicais sem que haja um prejuízo no desempenho destes animais devido a falta de resistência destes a estas adversidades climáticas, como é o caso de raças taurinas em ambientes tropicais.

Em estudo desenvolvido (STRYDOM et al.,2000) na África do Sul em uma região com clima tropical animais da raça Bonsmara (nativos desta região) apresentaram desempenho em confinamento superior a raças exóticas, que neste caso eram raças as taurinas Angus e Hereford e a raça Zebuína Brahman, esta diferença foi atribuída a adaptação destes animais as condições climáticas quando comparadas as raças taurinas e melhor conversão alimentar quando comparada a raça zebuína. Após o abate os animais da raça Bonsmara apresentaram melhor acabamento da carcaça quando comparada com as carcaças dos animais brahman e maior compacidade da carcaça quando comparada com as raças taurinas o que evidencia as boas características produtivas destes animais.

A raça brangus foi desenvolvida nos EUA através dos cruzamentos de animais taurinos Angus com zebuínos da raça brahman, o desenvolvimento desta raça teve como principal objetivo obter animais com boas características produtivas e qualidade de carne e com boa adaptação ao calor, clima de uma das principais regiões produtivas americanas, Sul dos Estados Unidos.

WEELER et al., 2010, ao avaliarem características sensoriais como maciez, suculência e flavor da carne de animais zebuínos (brahman) observaram que as mesmas foram inferiores quando comparados com animais taurinos (angus), contudo na avaliação da carne de animais Angus em comparação com os animais cruzados brangus não houve diferença estatística entre as raças evidenciando que o maior problema da utilização de animais zebuínos, a qualidade da carne, foi solucionada com a utilização deste cruzamento.

Os touros da raça canchim, por possuírem na sua constituição genética 5/8 de Charolês e 3/8 de Zebuino, apresentam concomitantemente uma alta capacidade

produtiva (ganho de peso, precocidade e qualidade de carcaça) além de grande versatilidade em termos de adaptação a vários tipos de ambiente, principalmente o clima tropical, que é o de maior ocorrência nos principais polos produtivos no Brasil (ALENCAR, 1994). Além disso, o uso destes touros em cruzamento com fêmeas de composição genética diferente possibilita o aproveitamento de níveis consideráveis de heterose (vigor híbrido) e de complementaridade, que é uma característica desejável principalmente em sistemas produtivos intensificados como o confinamento e o pastejo rotacionado e suplementado. Estes sistemas disponibilizam aos animais maior aporte de nutrientes permitindo assim a expressão das suas reais capacidades produtivas.

Problemas relacionados a qualidade de carne e carcaça foram relatados em estudo desenvolvido por RUBIANO et.al.,2009, neste estudo os animais canchim jovens (18 meses) apresentaram menor espessura de gordura quando comparados aos animais nelore da mesma idade além da carne apresentar valores altos (acima de 5 Kgf/cm²) em se tratando de animais jovens criados em sistema de confinamento. Contudo neste mesmo estudo ao avaliar animais advindos entre o cruzamento entre touros canchim e vacas nelore estes problemas foram solucionados, evidenciando a eficácia do cruzamento na melhoria da qualidade de carne.

2.2 Colágeno

O tecido conectivo tem função estrutural de sustentação muscular, bem como, de separar diferentes músculos, distinguindo-se pela transmissão eficiente da força contrátil dos elementos musculares ao esqueleto, via tendões, dessa forma produzindo movimento (BAILEY & LIGHT, 1989). O colágeno compõe aproximadamente 95% dos elementos fibrosos do tecido conetivo, enquanto os 5% restantes são compreendidos por elastina, proteoglicanos e glicoproteínas. No músculo, o colágeno apresenta-se de três formas morfológicamente distintas: epimísio (feixe de fibras espessas que envolvem e separam os músculos); perimísio (composto de bainhas de fibras de colágeno que envolve e separa grandes e pequenos feixes de fibras musculares) e endomísio (camada de tecido conetivo que envolve individualmente as fibras musculares) (MCCORMICK, 1994).

O tecido conjuntivo forma o principal tipo de fibra extracelular sendo a proteína mais abundante no organismo animal apresentando valores entre 20 e 25% do total de proteínas e é formado por três cadeias polipeptídeas, cada uma com aproximadamente 1000 aminoácidos. Desses, a hidroxiprolina se destaca por ser um aminoácido exclusivo do colágeno, por isso é utilizada como parâmetro para se estabelecer a quantidade de colágeno presente na carne e em produtos derivados (STRYER, 1992).

No músculo somente 2% do total de proteínas são provindas do colágeno, entretanto este constituinte é responsável por muitas das mudanças que ocorrem na textura da carne durante cozimento. A taxa e extensão destas mudanças dependem da maturidade do colágeno, bem como de fatores externos como a taxa de aquecimento, umidade, e procedimento durante o preparo da carne (POWELL et al., 2000). Com isso se gera a hipótese que o colágeno é o principal determinante da textura da carne (quando o encurtamento pelo frio é evitado) e que as variações de textura são dependentes da qualidade e não a quantidade de colágeno. (BAILEY & LIGHT, 1989).

Estudos indicam que a maior solubilidade do colágeno está ligada a idade e ao grupo genético, enquanto fatores como a alimentação tem pouca influência na solubilidade deste constituinte (HALL & HUNT, 1982). Resultados observados por OLIVEIRA et al., (1998) evidenciaram que a solubilidade do colágeno nos músculos *Bíceps femoris* e *Tríceps brachii* aumentou linearmente até 28 dias de maturação, sendo que os maiores valores foram observados para o *Tríceps brachii*. Esta diferença pode ser atribuída, às variações na quantidade total de tecido conectivo dos músculos nas distintas regiões corporais e os músculos de locomoção contém mais tecido conectivo em relação aos de suporte, destacando-se os das regiões lombares e torácicas.

O sexo também influencia o conteúdo de colágeno LUCHIARI FILHO (2001), onde animais machos apresentam maior quantidade de tecido conectivo intramuscular, que as fêmeas. CROUSE et al., (1986) observaram em seus estudos que as médias para força de cisalhamento foi maior para os animais machos (4,59 Kgf/cm²) em comparação com as fêmeas (3,69 Kgf/cm²) da mesma idade e grupo genético, esta diferença pode ter sido influenciada pelo teor de colágeno, visto que as

concentrações deste constituinte foram maiores nos machos em comparação com as fêmeas.

2.3 Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM)

O fenômeno da quebra das miofibrilas em segmentos menores na linha Z ou próximos a ela durante o *postmortem* do músculo é determinado como fragmentação miofibrilar (OLSON et al., 1976).

A determinação de IFM reflete a intensidade de proteólise das miofibrilas. Evidentemente, as miofibrilas submetidas ao processo de maturação tem maior degradação que aquelas de músculos intactos (KOOHMARAI, 1990).

O IFM é importante porque é capaz de explicar mais de 50% da variação da maciez da carne maturada normalmente, e é altamente correlacionado com índices de maciez como a força de cisalhamento e com o painel sensorial. O IFM tem relação inversa com a força de cisalhamento, pois a medida que aumenta o IFM diminui os valores obtidos pela força de cisalhamento (CULLER et al., 1978; KOOHMARAI, 1990). Segundo CULLER et al. (1978), valores do índice de fragmentação acima 60 para o músculo *Longissimus* denota-se uma carne muito macia, valores de 50 uma carne macia e valores abaixo de 50 uma carne pouco macia.

Para a técnica de fragmentação miofibrilar, dois métodos são comumente utilizados. O primeiro requer a homogeneização do músculo e a análise das miofibrilas por um microscópio. O índice de fragmentação miofibrilar é calculado determinando a porcentagem das miofibrilas. O segundo método envolve também a homogeneização do músculo, seguido pela determinação do índice de proteína e da medida de turvação das amostras ajustadas a uma concentração comum de proteínas (HOPKINS et al., 2000). A primeira técnica não necessariamente considera a degradação das ligações inter-miofibrilares que ocorre enquanto a carne é maturada. O segundo método é o mais usado e, reflete a degradação das estruturas das proteínas na banda I do sarcômero e, tem alta correlação com as análises de maciez (HOPKINS et al., 2000).

2.4 Maturação e qualidade da carne bovina

O fenômeno de *rigor mortis* também conhecido como rigidez cadavérica, ocorre após o abate dos animais, quando o músculo torna-se enrijecido. Este fenômeno ocorre principalmente devido à utilização de todo o ATP muscular e a formação estável da actinmiosina (LUCHIARI FILHO, 2000). O tempo necessário para o estabelecimento do *rigor mortis* é variável, dependendo da quantidade de reservas de glicogênio muscular existente antes do abate. Assim, quanto mais estresse o animal for submetido antes do abate, mais rápido será o estabelecimento do *rigor mortis*. A temperatura também influencia esse tempo, pois quanto maior, mais rápido o estabelecimento do *rigor mortis*. O tempo pode variar de algumas horas, em animais estressados e submetidos a temperaturas mais elevadas de resfriamento da carcaça após o abate, até várias horas (48 a 72 horas) no caso de animais com boa reserva de energia e baixas temperaturas de resfriamento da carcaça (LUCHIARI FILHO, 2000).

A maturação da carne nada mais é do que o fenômeno de resolução do *rigor mortis*. É um processo iniciado pela atividade das enzimas pertencentes ao sistema denominado calpaínas (CAF- enzimas fatoradas pelo cálcio. Constitui-se de 2 enzimas μ -calpaína (que necessita de 5-50 μ M de íons para sua ativação e a m-calpaína (300-1000 μ M Ca para ativação). Elas não atuam diretamente sobre a actina e miosina, porém degradam a linha z e as proteínas desmina, titina, nebulina, tropomiosina, 3 troponina e proteína C. A hidrólise da tropomiosina e troponina facilita a desestruturação dos filamentos finos (actina) e a hidrólise da proteína (em monômeros de miosina). A degradação do restante das proteínas contribuem para o enfraquecimento da estrutura miofibrilar. Outro componente do sistema calpaínas é a presença de calpastatinas que tem a função de inibir as calpaínas e influir diretamente na maciez da carne. A relação calpastatina/calpaína é de 2,0:1,0 em bovinos. (ROÇA, 1997)

A maciez final será resultante da eficácia com que ocorreu a degradação enzimática para desestruturar as miofibrilas compactadas durante o processo de *rigor mortis*. A eficiência da degradação enzimática depende do tempo de maturação e do nível de compactação das miofibrilas resultante do *rigor mortis*. O comprimento de sarcômero, conteúdo de tecido conjuntivo e proteólise das miofibrilas podem explicar

grande parte senão toda variação observada na carne maturada. (KOOHMARAIE et al., 2002)

Há evidências de que a maturação pode melhorar em cerca de 25% a maciez da carne, mas sua eficácia é bem menor em carcaças de bovinos de quatro anos ou mais bem como naquelas que sofreram um rigoroso “cold shortening” (FELÍCIO, 1997).

Nas carnes maturadas a quantidade de colágeno solubilizado é maior que em carnes não maturadas, pela ação proteolítica das catepsinas, liberadas ao meio extracelular e capazes de clivar o colágeno insolúvel em fragmentos solúveis (MONSÓN et al., 2004).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, M. M. de. Utilização do touro Canchim em cruzamento comercial. São Carlos: EMBRAPA-CPPSE, (EMBRAPA-CPPSE. Documentos, 24). 20p. 1994.
- BAILEY, A. J. The role of collagen in the development of muscle and relationship to eating quality. **Journal of Animal Science**, Bristol, v. 60, n. 6, p.1580-1587, 1985.
- BAILEY, A. J., & LIGHT, N. D. Connective tissue in meat and meat, Essex, London, **Elsevier Applied Science Ltda.** 355p., 1989.
- CORTE, O. O.; FELÍCIO, P. E.; CIA, G. **Sistematização da avaliação final de bovinos e bubalinos**. Qualidade de carne. Campinas: ITAL . (Boletim Técnico do CTC, n. 3), p. 66-76, 1979.
- CROUSE, J. D.; CALKINS, C. R.; SEIDEMAN, S. C. The effects of rate of change in body weight on tissue development and meat quality of young bulls. *Journal of Animal Science*, V. 63, n. 6, p. 1824-1829, 1986.
- CROSS, H. R.; CARPENTER, Z. L.; SMITH, G. C. Effects of intramuscular collagen and elastin on bovine muscle tenderness. **Journal of Food Science**, Texas, v. 38, p.998-1003, 1973.

- CROSS, H.R.; WEST, R.L.; DUTSON, T.R. Comparisons of methods for measuring sarcomere length in beef *semitendinosus* muscle. **Meat Science**, v.5, p.261-266, 1980.
- CULLER, R.D.; PARRISH JR.; F.C.; SMITH, G.C.; CROSS, H.R. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle. **Journal Food Science**, v. 43, n. 4, p. 1177-1180, 1978.
- CUVELIER, C.; CLINQUART, A.; HOCQUETTE, J.F.; CABARAUX, J.F.; DUFRASNE, I.; ISTASSE, L.; HORNICK, J.L.. Comparison of composition and quality traits of meat from young finishing bulls from Belgian Blue, Limousin and Aberdeen Angus breeds. **Meat Science** v.74, p.522–531, 2006.
- FELÍCIO, P.E. Fatores ante e post-mortem que influenciam na qualidade da carne bovina In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, 4., Piracicaba, 1997. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 79-97, 1997.
- FOLCH, J., LESS, M., STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal Biological Chemistry**, v. 226, n.1, p. 497-509. 1957.
- GIRARD, H.L. BRUCE, J.A. BASARAB, I.L. LARSEN, J.L. AALHUS. Contribution of myofibrillar and connective tissue components to the Warner–Bratzler shear force of cooked beef. **Meat Science**, 92, 775–782, 2012.
- GORNALL, A.G.; BARDAWILL, C. J.; DAVID, M.M. Determination of serum protein by means of the biuret reaction. **Journal Biology Chemical**, v. 177, n. 2, p. 751-766, 1949.
- HALL, J. B.; HUNT, M. C. Collagen Solubility of A-Maturity Bovine Longissimus Muscle as affected by Nutritional Regimen. **Journal of Animal Science**, Bristol, v. 55, p. 321-328, 1982.
- HAMM, R. Biochemistry of meat hydratation. **Advances in Food Research**. v. 10, n. 2, p. 335-443, 1960.

- HERRING, W.O.; MILLER, D.C.; BERTRAND, J.K. et al. Evaluation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonic measures of backfat and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2216-2226, 1994.
- HOPKINS, D. L., LITTLEFIELD, P. J., THOMPSON, J. M. A research note on factors affecting the determination of myofibrillar fragmentation. **Meat Science**, 56, 19-22, 2000.
- KING, D. A. et al., Chilling and cooking rate effects on some myofibrillar determinants of tenderness of beef. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 1473-1481, 2003.
- KOOHMARAIE, M., WHIPPLE, G. & CROUSE, J.D. Acceleration of postmortem tenderization in lamb and Brahman cross beef carcasses through infusion of calcium chloride. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 1268-1278, 1990.
- KOOHMARAIE, M. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. **Meat science**, v. 43, n. Suppl., p. 193-201, 1996.
- KOOHMARAIE, M. et al., Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? **Meat Science**, v. 62, p. 345-352, 2002.
- LUCHIARI FILHO, A. Como as fibras de colágeno influenciam na maciez da carne. <http://www.beefpoint.com.br>, 2001.
- LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da Carne Bovina**. 1 ed. – São Paulo, 134p., 2000.
- MAIA, E. L.; RODRIGUES-AMAYA, D. Avaliação de um método simples e econômico para metilação de ácidos graxos de lipídeos de diversas espécies de peixes. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 53, p. 27-35, 1993.
- MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; OLIVEIRA, I.M.; PAULINO, P.V.R.; VALADARES, R.F.D.; DETMANN, E.. Eficiência alimentar de bovinos puros e mestiços recebendo alto ou baixo nível de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, p.1313-1324, 2011
- MONSÓN,F.; SAÑUDO, C.; SURRE, I. Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. **Meat Science**. v. 68. p. 565-602, 2004.

- MCCORMICK, R. J. The Flexibility of the Comportament of Muscle. **Meat Science**, Manhattan, v. 36, p. 79-91, 1994.
- MONSÓN, F.; SAÑUDO, C.; SURRE, I. Influence of cattle breed and ageing time on textural meta quality. **Meat Science**. v. 68. p. 565-602, 2004.
- MUCHENJE, V.; DZAMA, K.; CHIMONYO, M.; STRYDOM, P. E.; RAATS, J. G. Relationship between pre-slaughter stress responsiveness and beef quality in three cattle breeds. **Meat Science**, 81, 653–657, 2009.
- MULLER, L. **Normas para avaliação de carcaça e concurso de carcaça de novilhos**. 2.ed. Santa Maria: UFSM, 1987. 31p.
- NAKAMURA, Y.N.; IWAMOTO, H.; ONO, Y. SHIBA, N.; NISHIMURA, S.; TABATA, S. **Relationship among collagen amount, distribution and architecture in the M. longissimus thoracis and profundus from pigs**. Meat Sci. v.64, p.43-50, 2003.
- OLIVEIRA, L. B; SOARES, G. J. D; ANTUNES, P. L. Solubilidade do Colágeno Durante a Maturação da Carne Bovina. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.4, n.3,p.166-171, 1998.
- OLSON, D. G., PARRISH, F. C. JR, STROMER, M. H. Myofibril fragmentation and shear resistance of three bovine muscles during postmortem storage. *J. Food Sci.*, 41, 1036-41, 1976.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO (FAO/ONU). <http://www.fao.org>. Consultado em 03/11/2014.
- PAULINO, P.V.R., VALADARES FILHO, S.C., DETMANN, E., VALADARES, R.F.D., FONSECA, M.A.,VÉRAS, M.L., OLIVEIRA, D.M. Desempenho produtivo de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais alimentados com dietas contendo dois níveis de oferta de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.6, p.1079-1087, 2008
- PEREIRA, P.M.R.C., PINTO, M.F., ABREU, U.G.P.,LARA, J.A.F., Características de carcaça e qualidade de carne de novilhos superprecoces de três grupos genéticos. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.44, n.11, p.1520-1527, nov. 2009.

- PIKUL, J.; LESZCZYNSKI, D. E.; KUMMEROW, F. A. Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. **Journal of Agricultural of Food Chemistry**, v. 37, p. 1309-1313, 1989.
- POWELL, T. H.; HUNT, M. C.; DIKEMAN, M. E. Enzymatic assay to determine collagen thermal denaturation and solubilization. **Meat Science**, Manhattan, v. 54, p. 307-311, 2000.
- PUGA, D.M.U.; CONTRERAS, C.J.C.; TURNBULL, M. R.. Avaliação do amaciamento de carne bovina de dianteiro (*Triceps brachii*) pelos métodos de maturação, estimulação elétrica, injeção de ácidos e tenderização mecânica. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos** [online]. v.19, n.1, p. 88-96. 1999.
- PURCHAS, R.W. Some experiences with dark-cutting beef in New Zealand. In: AUSTRALIAN WORKSHOP. AUSTRALIAN MEAT AND LIVE-STOCK RESEARCH AND DEVELOPMENT CORPORATION, 1988, Sydney. **Anais...** Sydney, 1988. p.42-51.
- RENAND, G. et al., Relationship between muscle characteristics and meat quality traits of young Charolais bulls. **Meat Science**, v. 59, p. 49-60, 2001.
- RHEE, M., WHEELER, T., SHACKELFORD, S. AND KOOHMARAIE, M. Variation in palatability and biochemical traits within and among eleven beef muscles. **Journal Animal Science**, 82: 534_550, 2004.
- RIBEIRO, F.G.; LEME, P.R.; BULLE, M.L.M.; LIMA,C.G.; SILVA, S.L.; PEREIRA, A.S.C.; LANNA, D.P.D.. Características da Carcaça e Qualidade da Carne de Tourinhos Alimentados com Dietas de Alta Energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.2, p.749-756, 2002.
- ROÇA, R. O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, p. 202, 2000.
- RUBIANO, G. A. G., ARRIGONI, M. DE B., MARTINS, C. L., RODRIGUES, ÉRICO, GONÇALVES, H. C., ANGERAMI, C. N. Desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos superprecoces das raças Canchim, Nelore e seus mestiços. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V.38 n.12, p.2490-2498, 2009.

- SAS - Statistical Analysis Systems. 1996. **User's Guide**. North Caroline: SAS Institute Inc., 2001.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- STRAADT, I. K., RASMUSSEN, M., ANDERSEN, H. J., & BERTRAM, H. C. Aging-induced changes in microstructure and water distribution in fresh and cooked pork in relation to water-holding capacity and cooking loss— A combined confocal laser scanning microscopy (CLSM) and low-field nuclear magnetic resonance relaxation study. *Meat Science*, 75, 687–695.
- STOLOWSKI, G., BAIRD, B., MILLER, R., SAVELL, J., SAMS, A., TAYLOR, J., SANDERS, J. AND SMITH, S. Factors influencing the variation in tenderness of seven major beef muscles from three Angus and Brahman breed crosses. **Meat Science** 73:475_483, 2006.
- STRYDOM, P. E., NAUDÉ, R. T., SCHOLTZ, M. M., & VAN WYK, J. B. Characterisation of indigenous cattle breeds in relation to carcass characteristics. **Animal Production**, 70, 241–252, 2000.
- STRYER, Proteínas do tecido conjuntivo, **Livro de Bioquímica**, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 3.ed., p.213-229, 1992.
- Taylor, R. G., Geesink, G. H., Thompson, V. F., Koohmaraie, M., & Goll, D. E. (1995). Is Z-disk degradation responsible for post- mortem tenderisation? **Journal of Animal Science**, 73, 1351±1367.
- WHEELER, T.L., CUNDIFF, L.V., KOCH, R.M. et al. 1996. Characterization of biological types of cattle (Cycle IV): carcass traits and longissimus palatability. **Journal of Animal Science** , 74(5):1023-35.
- WHEELER, T. L., CUNDIFF, L. V., SHACKELFORD, S. D., & KOOHMARAIE, M. Characterization of biological types of cattle (Cycle VIII): Carcass, yield, and longissimus palatability traits. **Journal of Animal Science**, 88, 3070–3083, 2010.

- WHEELER, T.L.; SAVELL, J.W.; CROOS, H.R. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Herefordcattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 12, p. 4206-4220, 1990.
- WHEELER, T. L., SHACKELFORD, S. D., & KOOHMARAIE, M. Cooking and palatability traits of beef longissimus steaks cooked with a belt grill or an open hearth electric broiler. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 2805–2810, 1998.
- WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M.E. Evaluation of attributes that affect longissimus muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos Indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 9, p.2716-2728, 1990a.
- WOESSNER JUNIOR, J. F. The determination of hydroxyproline in tissue and protein samples containing small proportions of this imino acid. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, Miami, v. 93, p. 440-447, 1961

CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO EM CONFINAMENTO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA DE BOVINOS CRUZADOS

Resumo: O trabalho foi desenvolvido na Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP e no Laboratório de Produtos de Origem Animal, pertencente a FCAV/Unesp, Campus de Jaboticabal, SP. Foram utilizados 96 bovinos (machos castrados e fêmeas) de nove grupos genéticos provenientes do acasalamento de vacas: Nelore, $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore com touros das raças Canchim, Bonsmara e Brangus. Os animais foram terminados em confinamento em baias individuais recebendo uma dieta com 13,1% de proteína bruta e 71,0% de nutrientes digestíveis totais, até atingirem o peso de abate de 17@ para os machos e 16@ para as fêmeas, além deste fator foi levado em consideração o acabamento de carcaça que foi avaliado com o auxílio do ultrassom. O consumo foi monitorado diariamente através do peso das sobras. O abate foi realizado em frigorífico comercial seguindo a rotina de abate do mesmo. Após o abate foram coletados os dados de peso da carcaça quente, após esta avaliação as carcaças foram resfriadas por 24 horas em câmara fria a 4 °C. Após o *rigor mortis* foram realizadas as determinações de peso da carcaça fria, área de olho de lombo, que foi mensurada entre a 12^a e 13^a costelas e espessura de gordura no contra filé. Os dados de desempenho avaliados foram: consumo de matéria seca por dia, ganho de peso diário, conversão alimentar e peso ao abate. Para características de carcaça foram avaliados: peso da carcaça quente, rendimento de carcaça quente, peso da carcaça fria, rendimento da carcaça fria, área de olho de lombo e espessura de gordura no contra filé. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com arranjo fatorial 9 x 2 (9 cruzamentos x 2 sexos) Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey com 5% de significância utilizando o programa estatístico SAS (2002). Não houve diferença entre os cruzamentos para os dados de desempenho e características de carcaça. Foi observado um maior consumo de matéria seca para os machos (14,78 Kg/dia) com relação as fêmeas (13,81 Kg/dia), além disto os machos apresentaram maior peso inicial (366,20 Kg) e peso ao abate (530,78 Kg) em comparação com as fêmeas (341,99 Kg e 499,23). Todos os cruzamentos podem ser utilizados sem que haja um decréscimo no desempenho dos animais e na qualidade das carcaças produzidas. Os machos têm um maior consumo de matéria seca que as fêmeas, contudo isso não os

diferiram nas características de desempenho. Os machos produzem uma carcaça com maior musculosidade e menor quantidade de gordura em comparação com as fêmeas.

Palavras-chave: bonsmara, brangus, canchim, carcaça, conversão alimentar, ganho de peso

CHAPTER 2 - PERFORMANCE IN FEEDLOT AND CARCASS CHARACTERISTICS OF BEEF CATLE CROSSED

Abstract: The work were developed in Embrapa Southeast Livestock, São Carlos, SP, and Laboratory of Animal Products, belonging FCAV/Unesp, Campus de Jaboticabal, SP. were used 96 cattle (steers and heifers) of nine genetic groups from the mating of cows: Nelore, $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore with bulls of breeds Canchim, Bonsmara e Brangus. The animals were finished in confinement in individual stalls receiving a diet with 13,1% crude protein and 71,0% total digestible nutrients, until they reach slaughter weight of 17 @ for steers and 16@ for heifers, beyond that factor was taken into account carcass finish that was evaluated with the aid of ultrasound. The feed intake was monitored daily by weighing the leftovers. The slaughter was carried out in a packing following the same routine slaughter. After slaughter were collected hot carcass weight data, after this review carcasses were refrigerated for 24 hours in cold storage at 4 ° C. After *rigor mortis* were performed weight determinations of the cold carcass, ribeye area, which was measured between the 12th and 13th ribs and fat thickness on the striploin. Performance data were evaluated: dry matter intake per day, average daily gain, feed conversion and final weight. For carcass traits were evaluated: hot carcass weight, hot carcass yield, cold carcass weight, cold carcass yield, ribeye area and thickness fat from striploin. The experimental design was completely randomized with factorial 9 x 2 (9 crossings x 2 genders). Data were submitted to analysis of variance and means compared by Tukey test at 5% significance using the SAS (2002). There was no difference between the crossings for performance data and carcass characteristics. Observed a higher dry matter intake for steers (14.78 kg / day) compared with heifers (13.81 kg / day), beyond that steers had higher initial weight (366.20 kg) and final weight (530.78 kg) compared to heifers (341.99 and 499.23 kg). All crossings may be used without a decrease in performance of animals and the quality of produced substrates. Steers have a higher dry matter intake than heifers, but that did not differ in performance characteristics. Steers produce a substrate with higher muscularity and lower amount of fat compared to heifers.

Keywords: bonsmara, brangus, canchim, carcass, feed conversion, weight gain

1 INTRODUÇÃO

Os diversos genótipos disponíveis (*Bos taurus*, *Bos indicus* e seus mestiços) apresentam desempenhos distintos em confinamento. Pesquisas têm evidenciado que animais mestiços apresentam melhores desempenhos em confinamento em relação aos puros (SOUZA et. al., 2009). Porém, as diferenças entre alguns grupos genéticos envolvendo raças taurinas adaptadas, zebuínas e seus cruzamentos em dietas que propiciem um melhor desempenho ainda não foram bem elucidadas, afim de indicar qual melhor raça ou cruzamento ao ser utilizado nas condições de produção brasileira.

A classe sexual (machos ou fêmeas também têm determinado diferenças no crescimento e na deposição de tecidos corporais (Berg e Butterfield, 1976). PAULINO et al. (2008) afirmaram que machos não castrados apresentam desempenho superior em relação as fêmeas e que o sexo influencia fortemente a deposição de gordura. ÍTAVO et al. (2008) avaliaram os efeitos da castração de bovinos e sugeriram a utilização de animais castrados por apresentarem desempenhos produtivos e maiores AOL, superiores às fêmeas.

De acordo com o NRC (1984), há semelhanças biológicas entre o crescimento de todos os bovinos de corte, mas diferenças no tamanho à maturidade e nas taxas de crescimento tem influência marcante na aplicação das práticas de manejo e dos princípios de nutrição. Devido a fatores como estes que pode ser explicada a diferença no desempenho produtivo de animais semelhantes em diferentes ambientes, a interação genótipo ambiente, denominada fenótipo, exerce grande influência sobre o desempenho dos animais.

ALENCAR & PARKER (2005) afirmaram que não existe raça que atenda de forma uniforme todos os ambientes, sistemas d criação e manejos adotados, principalmente em climas tropicais. Desta forma é necessário de recorrer ao cruzamento entre raças equidistantes geneticamente a fim de atender as necessidades da pecuária nacional através da heterose, e qualidades adaptativas de cada raça.

No Brasil o rebanho bovino é de aproximadamente 211 milhões de cabeças (IBGE 2012) sendo que cerca de 80% do rebanho é constituído por animais zebuínos,

ou que apresenta alguma composição genética oriunda destes animais, principalmente da raça Nelore (SILVA et.al., 2002). Isto se deve à sua adaptação às condições climáticas presentes na maior parte do território nacional, ectoparasitas e endoparasitas, oferta irregular de alimento, forragens de baixo valor nutricional e manejo insuficiente. Contudo deve evidenciar que a carne produzida por animais zebuínos apresenta qualidade sensorial inferior, principalmente em relação às características maciez e suculência, quando comparados com animais das raças taurinas (STRYDOM et. al., 2000).

2. OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo estudar o desempenho e parâmetros qualitativos relacionados a carcaça de animais oriundos dos cruzamentos entre os touros das raças Bonsmara, Brangus e Canchim com vacas Nelore, $\frac{1}{2}$ Nelore + $\frac{1}{2}$ Angus, e $\frac{1}{2}$ Nelore + $\frac{1}{2}$ Senepol.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local, período e tratamentos

O experimento foi desenvolvido na Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP e na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP. O confinamento, análise químico-bromatológicas dos alimentos e as análises qualitativas da carne foram realizadas na unidade experimental da Embrapa Pecuária Sudeste, que fica localizada nas coordenadas: latitude : 22° 01" sul e longitude : 47° 54", com o clima predominante tropical e o experimento foi realizado no período de maio a setembro de 2013, período este de baixo índice pluviométrico, visto que isto foi importante devido a metade das baias não terem cobertura sobre os comedouros e um alto índice pluviométrico poderia afetar negativamente na mensuração das sobras e o consumo dos animais.

Os animais foram abatidos em frigorífico comercial localizado em Bariri, SP, seguindo a rotina de abate do mesmo.

O delineamento experimental foi um fatorial 9 (cruzamentos) X 2 (sexos), com 6 repetições por tratamento.

4.2. Animais e instalações

Foram utilizados 96 bovinos (machos castrados e fêmeas) de nove grupos genéticos provenientes do acasalamento de vacas: Nelore, $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore com touros das raças Canchim, Bonsmara e Brangus. O confinamento foi realizado em baias individuais de 24 m² (6x4m) providas de comedouro e bebedouro.

As baias eram de piso de terra batida, sendo que o piso anterior ao comedouro era cimentado para que não houvesse a formação de barro devido ao pisoteio intenso dos animais nesse local e com isso prejudicasse e/ou dificultasse o acesso dos mesmos ao alimento.

Metade destas baias era provida de cobertura sobre os comedouros e a outra metade não, em caso de dias de chuva eram coletadas amostras de ambos os ambientes para determinação da matéria seca das sobras molhadas pela chuva para que este fator não interferisse na interpretação do consumo real de alimentos pelos animais.

3.3. Manejo pré-experimental e composição das dietas

Depois do desmame os bezerros foram mantidos em piquetes de capim-mombaça, suplementado com silagem de milho (5 a 8 kg/animal/dia) e 1,0 kg de concentrado, suficiente para ganho diário de peso vivo de 0,7 kg, até o final do período seco, em grupos separados por sexo. Após esse período de suplementação durante a seca, os bezerros machos foram castrados e mantidos por todo o período das águas em pastagem adubada de capim-mombaça, com suplementação de mistura mineral. As fêmeas foram mantidas em pastagens semelhantes às dos machos. O suplemento fornecido junto com a silagem de milho, no período seco continha 26,5% de proteína bruta e 73,0% de nutrientes digestíveis totais, constituída de 48% de milho em grão

moído, 20% de farelo de soja, 20% de farelo de trigo, 3% de uréia, 4% de calcário calcítico, 5% de mistura mineral, com base na matéria seca.

Todos animais foram pesados sem jejum e mantidos confinados sem acesso ao alimento e água para pesagem no dia posterior em jejum. Antes da pesagem os animais foram vermifugados, vacinados e avaliados quanto a espessura de gordura e área de olho de lombo, medida foi realizada entre a 12^a e 13^a costelas com a utilização do ultrassom.

Após a pesagem os animais foram divididos aleatoriamente em baias individuais providas de bebedouros e comedouros individuais. Antes do período experimental foi fornecida ao animais apenas silagem de milho durante 4 dias, posterior a este período foi fornecida uma dieta contendo metade do concentrado proposto no projeto, este período de adaptação se mostrou eficiente pois não foi identificado sinais clínicos de diarreia e acidose em nenhum dos animais, sendo estes os principais problemas encontrados quando se faz uma mudança brusca na alimentação de ruminantes.

Durante o confinamento, a dieta (Tabela 2) foi fornecida duas vezes ao dia e a quantidade de ração (mistura de silagem e concentrado) foi ajustada em função das sobras observadas, procurando-se garantir consumo *ad libitum* e uma sobra de 5%. Para o cálculo do consumo de matéria seca para cada baia, foi necessária análise de matéria seca de alimentos e de sobras, as quais foram realizadas quinzenalmente, além dos dados diários de pesos dos alimentos fornecidos e sobras.

As sobras foram mensuradas diariamente no período da manhã antes do fornecimento da dieta. Através destas sobras foram feitas correções a cada 3 dias na quantidade fornecida a cada animal para que houvesse uma sobra de 5% em relação à quantidade fornecida, propiciando assim a seleção dos animais sem que haja um prejuízo no desempenho dos mesmos. A cada 7 dias ou em dias de chuva foram coletadas amostras das sobras e dos alimentos, que foram secas por um período de 48 horas em estufa de circulação de ar forçado a 65 °C para a determinação da matéria seca das sobras e dos alimentos.

As amostras dos alimentos (ingredientes da ração e silagem) foram coletadas em 3 períodos durante o experimento para a determinação de sua composição centesimal, para isto foram secos em estufa de circulação de ar forçado por um

período de 48 horas a uma temperatura de 65 °C, após este procedimento foram moídos em moinho de faca com uma peneira de malha de 1mm e as análises bromatológicas dos alimentos foram feitas segundo metodologias descritas por SILVA & QUEIROZ 2002.

A pesagem dos animais foi realizada a cada 28 dias no período da manhã sem jejum com a utilização de uma balança eletrônica da marca TAG® através da leitura do chip presente em cada animal, para não provocar um estresse desnecessário os animais só foram pesados em jejum apenas 2 dias antes do abate, sendo que estas pesagens em jejum só foram efetuadas para acompanhar o desenvolvimento dos animais durante o confinamento e ordem de abate dos mesmos, já para o cálculo de desempenho e demais análises foram utilizadas as pesagens com os animais em jejum de líquidos e sólidos por um período mínimo de 16 horas, que foram efetuadas no início do experimento e 2 antes do abate.

A ordem de abate foi definida pelo peso dos animais e acabamento da carcaça, que foi definida com a utilização do ultrassom.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes e composição bromatológica da dieta experimental com base na matéria seca

INGREDIENTES	PROPORÇÃO NA DIETA (%)
Silagem de Milho	60,0
Milho Grão Moído	22,8
Farelo de Soja	8,0
Farelo de Trigo	7,0
Calcário Calcítico	0,7
Mistura Mineral*	1,0
Uréia	0,5
COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA (%)	
MS	51,8
PB	13,1
NDT	71,0
FDN	40,7
FDA	21,1
EE	3,2

À dieta foi adicionada 0,03% de monensina sódica da marca ELANCO®* Níveis de garantia por Kg de produto: Cálcio: 180,00g; Iodo: 90,00mg; Fósforo: 130,00g; Manganês: 2.000,00mg; Zinco: 5.270,00mg; Cobalto: 100,00Mg; Flúor (máx.): 1.300,00mg; Cobre: 1.250,00mg; Ferro: 2.200,00Mg; Selênio: 15,00Mg

3.4 Abate e avaliação das carcaças

Os animais foram abatidos ao atingirem 17@ de peso corporal para os machos e 16@ para as fêmeas, em média, além do peso corporal foi utilizado como avaliação a espessura de gordura de cobertura, utilizando-se para esta avaliação o aparelho de ultrassom Aquila, marca Pie Medical, com sonda específica para a obtenção de imagens, segundo metodologia de HERRING et al., 1994, na região do contrafilé, entre a 12ª e 13ª costelas.

O abate foi realizado em frigorífico comercial seguindo a rotina do mesmo. Os animais foram transportados para o frigorífico localizado em Bariri - SP em caminhão boiadeiro com capacidade de 35 animais. Após o transporte foi dado um período de descanso e jejum de sólidos no curral de espera do frigorífico de 24 horas para a

reposição do glicogênio muscular e esvaziamento do trato gastrointestinal. Em cada semana eram abatidos 30 animais, sendo que a ordem de abate foi definida através da avaliação do peso e acabamento da carcaça que foi mensurado com o ultrassom como descrito acima.

Logo após o abate, foram coletadas informações sobre o peso da carcaça quente, e após 24 horas de resfriamento em câmara fria a 4 °C, foram coletadas informações de peso da carcaça fria, área de olho de lombo e espessura de gordura entre a 12^a e 13^a costelas.

3.5 Delineamento experimental

Os dados foram avaliados estatisticamente num delineamento experimental inteiramente casualizado com arranjo fatorial 9 x 2 (9 cruzamentos x 2 dois sexos) respectivamente com 6 repetições por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey com 5% de significância. Para as análises estatísticas utilizou-se o Programa Computacional SAS (2002).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 são apresentados os dados relacionados ao desempenho dos animais durante o período de confinamento, consumo de matéria seca, ganho de peso diário, conversão alimentar, peso ao abate e rendimento de carcaça fria.

Tabela 2 – Médias consumo de matéria seca por dia (CMS), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA), peso inicial (PI), peso ao abate (PA) e dias em confinamento (DC) para bovinos machos e fêmeas oriundos dos cruzamentos de touros das raças: Bonsmara (BX), Brangus (GX) e Canchim (CX) com vacas Nelore (NE), ½ Nelore X ½ Senepol (SN) e ½ Nelore X ½ Angus (TA).

	CMS (Kg/dia)	GPD (Kg/dia)	CA	PI (Kg)	PA (Kg)	DC (%)
GRUPOS GENÉTICOS (A)						
BXNE	15,38	1,79	7,4	370,73	545,28	89,56b
BXSN	14,79	1,56	6,88	342,39	518,45	97,78a
BXTA	15,21	1,82	7,21	369,06	525,18	87,36b
GXNE	15,18	1,87	7,14	364,11	540,35	99,13a
GXSN	15,09	1,55	6,92	339,65	498,15	101,77a
GXTA	15,28	1,62	7,42	340,20	555,60	88,86b
CXNE	14,96	1,53	7,15	372,00	548,71	96,36a
CXSN	14,85	1,57	7,10	344,42	500,21	104,83a
CXTA	14,98	1,71	7,45	371,93	512,15	88,67b
SEXO (B)						
MACHO	14,78a	1,77	7,17	366,20a	530,78a	93,78
FÊMEA	13,81b	1,59	7,31	341,99b	499,23b	98,56
valor p (A)	0,1230	0,0981	0,2091	0,0812	0,0812	<0,001
valor p (B)	0,0001	0,0751	0,1970	0,0423	0,0001	0,2376
valor p (AxB)	0,0850	0,0912	0,1010	0,1671	0,1142	03487
CV(%)	8,20	11,23	7,87	18,76	13,42	12,35

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si para o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nos parâmetros relacionados ao desempenho não houve diferença significativa para nenhum dos cruzamentos observados ($P>0,05$), apenas houve diferença ($p<0,05$) quando comparados machos com fêmeas nas variáveis de consumo de matéria seca (CMS), peso inicial (PI) e peso ao abate (PA).

Resultados semelhantes foram encontrados por MARCONDES et al., 2011 que avaliaram bovinos cruzados em confinamento recebendo dietas com diferentes

níveis de concentrado, e não observaram diferenças estatísticas para variáveis de desempenho na comparação entre os grupos genéticos.

Já para as diferenças observadas entre os sexos este fator pode ser explicado pelo maior crescimento corporal dos machos devido ao hormônio testosterona que tem grande influência no crescimento corporal dos animais. PAULINO et. al., 2008 trabalharam com bovinos nelore de diferentes classes sexuais em confinamento observaram resultados semelhantes aos encontrados quando comparados machos castrados e fêmeas, os machos castrados apresentaram maior CMS (21,7 e 20) e PA (396 e 372) quando comparados às fêmeas. Os valores de CMS seca foram maiores aos observados neste estudo devido a menor proporção de concentrado na dieta (30%) quando comparada a este experimento em questão (50%), contudo os valores de peso ao abate foram menores devido ao fator citado anteriormente e provavelmente devido ao fato destes autores terem trabalhado com bovinos da raça nelore que em comparação com cruzamentos envolvendo raças taurinas, como foi o caso deste experimento, terem menor capacidade de ganho de peso e com isso menor peso ao abate.

Outro fator determinante foi o peso ai início do confinamento que foi maior estatisticamente para os machos na comparação com as fêmeas. Apesar dos animais terem datas de nascimento próximas e terem tido o mesmo tratamento ao desmame esta diferença de ganho de peso pode ser explicada pela ação do hormônio testosterona que tem ação predominante sobre o ganho de massa muscular nos animais machos (LUCHIARI FILHO 2000), já que sua produção é bem mais alta nos machos quando comparados às fêmeas, FERNADES et al. 2007, trabalharam com animais nas mesmas condições deste experimento onde os animais tiveram datas de nascimento parecidas e mesmo manejo pós desmame, contudo não observaram o comportamento apresentado neste experimento, o que pôde ser explicado devido ao curto período entre o desmame e início do confinamento que foi de apenas 60 dias, período considerado curto para que esta diferença de ganho de peso devido a questões hormonais se expressasse.

Na tabela 3 são apresentadas as médias para peso da carcaça quente rendimento de carcaça quente, peso da carcaça fria, rendimento de carcaça fria, área de olho de lombo, e espessura de gordura.

Tabela 3 – Médias para peso da carcaça quente (PCQ), rendimento de carcaça quente (RCQ), peso da carcaça fria (PCF), rendimento de carcaça fria (RCF), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura (EG) para bovinos machos e fêmeas oriundos dos cruzamentos de touros das raças: Bonsmara (BX), Brangus (GX) e Canchim (CX) com vacas Nelore (NE), ½ Nelore X ½ Senepol (SN) e ½ Nelore X ½ Angus (TA).

	PCQ (Kg)	RCQ (%)	PCF (Kg)	RCF (%)	AOL (mm ²)	EG (mm)
GRUPOS GENÉTICOS (A)						
BXNE	280,50	53,47	277,63	52,95	63,14	10,40b
BXSN	267,33	52,41	263,97	51,88	62,97	15,22a
BXTA	283,06	53,86	279,98	53,32	64,52	13,00a
GXNE	292,79	54,89	289,63	54,34	65,50	11,14b
GXSN	267,25	53,76	261,66	53,20	62,31	13,15a
GXTA	272,57	53,50	269,74	52,96	62,83	13,20a
CXNE	273,67	53,62	270,22	53,09	61,97	10,33b
CXSN	267,25	53,12	264,29	52,59	63,23	10,75b
CXTA	275,68	52,93	271,81	52,40	64,57	11,07b
SEXO (B)						
MACHO	279,11	52,94	275,98	52,41	64,88a	10,50b
FÊMEA	263,63	53,17	260,62	52,63	61,27b	13,38a
valor p (A)	0,0871	0,2186	0,1198	0,3041	0,1092	<0,0001
valor p (B)	0,1187	0,1481	0,0789	0,2912	0,0243	0,0001
valor p (AxB)	0,3170	0,0912	0,1765	0,2287	0,1018	0,1579
CV(%)	16,02	11,09	14,23	12,48	11,34	17,81

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si para o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferença ($P>0,05$) para as variáveis de peso da carcaça (PCQ) quente, rendimento de carcaça quente (RCQ), peso da carcaça fria (PCF) e rendimento da carcaça fria (RCF) para os grupos genéticos e para a condição sexual.

Resultados semelhantes foram observados por FERNANDES et. al., 2007 que não observaram diferenças para estas variáveis quando compararam a condição sexual tendo médias de (229,50 e 226,30) para peso da carcaça quente, (208,32 e 198,55) para peso da carcaça fria, (53,72 e 52,89) para rendimento de carcaça fria,

para machos e fêmeas respectivamente. Os valores observados por estes autores para as variáveis de PCQ e PCF foram menores quando comparados aos apresentados neste estudo, o que pode ser explicado pelo peso ao abate, apresentou média de 420 Kg de peso vivo enquanto neste estudo foi de 512 Kg. Contudo os valores de rendimento de carcaça foram semelhantes.

Em relação ao grupo genético RESTLE et. al., 2003 não observaram diferença significativa quando comparou animais cruzados para as variáveis de características de carcaça, neste mesmo estudo os autores apenas observaram diferença quando compararam animais puro sangue Nelore aos cruzados Charolês X Nelore, onde os animais puro sangue nelore apresentaram maior rendimento de carcaça e peso da carcaça quente e fria, evidenciando que animais da raça Nelore apresentam maior rendimento de carcaça quando comparados a animais cruzados com raças continentais.

Não houve diferença ($P>0,05$) entre os grupos genéticos para a variável de AOL. Este comportamento pode ser explicado por esta variável sofrer grande influência sobre o peso da carcaça (VAZ et al. 2001) que no caso deste estudo não diferiu entre os grupos genéticos, resultados semelhantes foram observados por PAULINO et. al., 2008.

Para a mesma variável os animais machos apresentaram valores superiores ($P<0,05$) quando comparados as fêmeas, este comportamento vem de encontro com teoria apresentada por LUCHIARI FILHO 2000, que devido a testosterona animais machos tem maior musculosidade quando comparados as fêmeas, resultados semelhantes foram observados por FERNANDES et. al., 2007 onde as médias foram de 73,95 e 71,15 para machos castrados e fêmeas respectivamente.

A espessura de gordura (EG) diferiu entre os cruzamentos ($P<0,05$) sendo os maiores valores observados para os cruzamentos BXS_N, BXT_A, GXS_N, e GXT_A que não diferiram entre si e foram maiores que BXNE, GXNE, CXNE, CXS_N e CXT_A. Apesar de animais da raça Nelore serem mais precoces que animais taurinos, estes têm menor eficiência na deposição de gordura na carcaça (LUCHIARI FILHO 2000), pois os animais que apresentaram menores valores de EG foram justamente os animais com maior teor de sangue zebuino envolvido em seu cruzamento. Em estudos desenvolvidos por BIANCHINI et. al., 2008 este comportamento pôde ser observado

uma vez que os animais da raça Nelore apresentaram maior quantidade de gordura de cobertura quando comparados aos animais simental e simbrasil, uma vez que os valores para EG foram abaixo dos observados neste experimento (5,03 para animais nelore, 4,19 para animais simbrasil, e 3,26 para animais simental) visto que os observados neste estudo foram em torno de 11 mm.

5. CONCLUSÕES

- Todos os cruzamentos podem ser utilizados sem que haja um decréscimo no desempenho dos animais e na qualidade das carcaças produzidas.
- Os machos têm um maior consumo de matéria seca que as fêmeas, contudo isso não os diferiram nas características de desempenho.
- Os machos produzem uma carcaça com maior musculosidade e menor quantidade de gordura em comparação com as fêmeas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, M. M. de. Utilização do touro Canchim em cruzamento comercial. São Carlos: EMBRAPA-CPPSE. (EMBRAPA-CPPSE. Documentos, 24), 20p. 1994
- BIANCHINI, WALDMARYAN; SILVEIRA, ANTÔNIO CARLOS; ARRIGONI, MÁRIO DE BENI; JORGE, ANDRÉ MENDES; MARTINS, CYNTIA LUDOVICO; RODRIGUES, ÉRICO. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.9, n.3, p. 554-564, jul/set, 2008
- CORTE, O. O.; FELÍCIO, P. E.; CIA, G. **Sistematização da avaliação final de bovinos e bubalinos**. Qualidade de carne. Campinas: ITAL. (Boletim Técnico do CTC, n. 3), p. 66-76, 1979.
- CROUSE, J. D.; CALKINS, C. R.; SEIDEMAN, S. C. The effects of rate of change in body weight on tissue development and meat quality of young bulls. *Journal of Animal Science*, V. 63, n. 6, p. 1824-1829, 1986.
- CUVELIER, C.; CLINQUART, A.; HOCQUETTE, J.F.; CABARAUX, J.F.; DUFRASNE, I.; ISTASSE, L.; HORNICK, J.L.. Comparison of composition and quality traits

- of meat from young finishing bulls from Belgian Blue, Limousin and Aberdeen Angus breeds. **Meat Science** v.74, p.522–531, 2006.
- FELÍCIO, P.E. Fatores ante e post-mortem que influenciam na qualidade da carne bovina In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, 4., Piracicaba, 1997. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 79-97, 1997.
- GIRARD, H.L. BRUCE, J.A. BASARAB, I.L. LARSEN, J.L. AALHUS. Contribution of myofibrillar and connective tissue components to the Warner–Bratzler shear force of cooked beef. **Meat Science**, 92, 775–782, 2012.
- GORNALL, A.G.; BARDAWILL, C.J.; DAVID, M.M. Determination of serum protein by means of the biuret reaction. **Journal Biology Chemical**, v. 177, n. 2, p. 751-766, 1949.
- HALL, J. B.; HUNT, M. C. Collagen Solubility of A-Maturity Bovine Longissimus Muscle as affected by Nutritional Regimen. **Journal of Animal Science**, Bristol, v. 55, p. 321-328, 1982.
- HERRING, W.O.; MILLER, D.C.; BERTRAND, J.K. et al. Evaluation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonic measures of backfat and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2216-2226, 1994.
- IBGE. Senso demográfico 2012. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012. Acesso em 03/02/2015.
- KOOHMARAIE, M., WHIPPLE, G. & CROUSE, J.D. Acceleration of postmortem tenderization in lamb and Brahman cross beef carcasses through infusion of calcium chloride. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 1268-1278, 1990.
- KOOHMARAIE, M. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. **Meat science**, v. 43, n. Suppl., p. 193-201, 1996.
- KOOHMARAIE, M. et al., Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? **Meat Science**, v. 62, p. 345-352, 2002.
- LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da Carne Bovina**. 1 ed. – São Paulo, 134p., 2000.

- MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; OLIVEIRA, I.M.; PAULINO, P.V.R.; VALADARES, R.F.D.; DETMANN, E.. Eficiência alimentar de bovinos puros e mestiços recebendo alto ou baixo nível de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, p.1313-1324, 2011
- MULLER, L. **Normas para avaliação de carcaça e concurso de carcaça de novilhos**. 2.ed. Santa Maria: UFSM, 1987. 31p.
- OLIVEIRA, L. B; SOARES, G. J. D; ANTUNES, P. L. Solubilidade do Colágeno Durante a Maturação da Carne Bovina. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.4, n.3,p.166-171, 1998.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO (FAO/ONU). <http://www.fao.org>. Consultado em 03/11/2014.
- PAULINO, P.V.R., VALADARES FILHO, S.C., DETMANN, E., VALADARES, R.F.D., FONSECA, M.A.,VÉRAS, M.L., OLIVEIRA, D.M. Desempenho produtivo de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais alimentados com dietas contendo dois níveis de oferta de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.6, p.1079-1087, 2008
- PEREIRA, P.M.R.C., PINTO, M.F., ABREU, U.G.P.,LARA, J.A.F., Características de carcaça e qualidade de carne de novilhos superprecoces de três grupos genéticos. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.44, n.11, p.1520-1527, nov. 2009.
- RENAND, G. et al., Relationship between muscle characteristics and meat quality traits of young Charolais bulls. **Meat Science**, v. 59, p. 49-60, 2001.
- RESTLE, J.; VAZ, F.N. Ganho de peso antes e após os sete meses no desenvolvimento e nas características de carcaça e carne de novilhos Charolês abatidos com dois anos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.699-708, 2003.
- RIBEIRO, F.G.; LEME, P.R.; BULLE, M.L.M.; LIMA,C.G.; SILVA, S.L.; PEREIRA, A.S.C.; LANNA, D.P.D.. Características da Carcaça e Qualidade da Carne de Tourinhos Alimentados com Dietas de Alta Energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.2, p.749-756, 2002.

- RUBIANO, G. A. G., ARRIGONI, M. DE B., MARTINS, C. L., RODRIGUES, ÉRICO, GONÇALVES, H. C., ANGERAMI, C. N. Desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos superprecoces das raças Canchim, Nelore e seus mestiços. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V.38 n.12, p.2490-2498, 2009.
- SAS - Statistical Analysis Systems. 1996. **User's Guide**. North Caroline: SAS Institute Inc., 2002.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- STRAADT, I. K., RASMUSSEN, M., ANDERSEN, H. J., & BERTRAM, H. C. Aging-induced changes in microstructure and water distribution in fresh and cooked pork in relation to water-holding capacity and cooking loss— A combined confocal laser scanning microscopy (CLSM) and low-field nuclear magnetic resonance relaxation study. *Meat Science*, 75, 687–695.
- STRYDOM, P. E., NAUDÉ, R. T., SCHOLTZ, M. M., & VAN WYK, J. B. Characterisation of indigenous cattle breeds in relation to carcass characteristics. **Animal Production**, 70, 241–252, 2000.
- VAZ, F. N., RESTLE, J., FEIJÓ, G. L. D., BRONDANI, I. L., ROSA, J. R. P., SANTOS, A. P. Qualidade e Composição Química da Carne de Bovinos de Corte Inteiros ou Castrados de Diferentes Grupos Genéticos Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de zootecnia**, v. 30 n.2 p.518-525, 2001
- WHEELER, T.L., CUNDIFF, L.V., KOCH, R.M. Characterization of biological types of cattle (Cycle IV): carcass traits and longissimus palatability. **Journal of Animal Science** , 74(5):1023-35. 1996.

CAPÍTULO 3 – PARÂMETROS QUALITATIVOS DO MÚSCULO *longíssimus dorsi* e *tríceps brachii* DE BOVINOS CRUZADOS

Resumo: O trabalho foi desenvolvido na Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP e no Laboratório de Produtos de Origem Animal, pertencente a FCAV/Unesp, Campus de Jaboticabal, SP. Foram utilizados 96 bovinos (machos castrados e fêmeas) de nove grupos genéticos provenientes do acasalamento de vacas: Nelore, $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore com touros das raças Canchim, Bonsmara e Brangus. Os animais foram terminados em confinamento em baias individuais recebendo uma dieta com 13,1% de proteína bruta e 71,0% de nutrientes digestíveis totais, até atingirem o peso de abate de 17@ para os machos e 16@ para as fêmeas, o consumo foi monitorado diariamente através do peso das sobras. O abate foi realizado em frigorífico comercial seguindo a rotina de abate do mesmo. Após o *rigor mortis* foram coletadas amostras dos músculos *longíssimus dorsi* (entre a 12ª e 13ª costelas) e *tríceps brachii* para a realização das análises. As amostras foram submetidas a diferentes períodos de maturação (0, 7 e 14 dias). Após o período de maturação determinado para cada tratamento foram realizadas as análises de cor, pH, capacidade de retenção de água, perda de peso por cozimento, força de cisalhamento, colágeno, índice de fragmentação miofibrilar e perfil de ácidos graxos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com arranjo 9 x 2 x 3 (9 cruzamentos x 2 sexos x 3 períodos de maturação). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey com 5% de significância utilizando o programa estatístico SAS (2002). O cruzamento entre touros Canchim e vacas Nelore produziu a carne menos macia dentre os cruzamentos testados. A maturação agiu de forma positiva em ambos os músculos na melhoria da maciez da carne, evidenciando ser uma ferramenta eficiente na melhoria da qualidade da carne. O músculo *tríceps brachii* apresentou ótimos valores de maciez mesmo sem a maturação, evidenciando que mesmo um músculo menos valorizado comercialmente sendo produzido a partir de animais cruzados jovens e em sistemas

de criação intensificados pode atingir ótimos parâmetros qualitativos e com isso agregar maior valor na carcaça.

Tanto o índice de fragmentação miofibrilar quanto o teor de colágeno apresentaram variações com a maturação que podem indicar uma melhoria na maciez da carne. As fêmeas produziram uma carne com maior teor de gordura intramuscular.

Palavras-chave: colágeno, força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar, perfil de ácidos graxos.

CHAPTER 3 - QUALITATIVE PARAMETERS OF THE MUSCLES *longissimus dorsi* and *triceps brachii* OF CROSSED BEEF CATTLE

Abstract: The work were developed in Embrapa Southeast Livestock, São Carlos, SP, and Laboratory of Animal Products, belonging FCAV/Unesp, Campus de Jaboticabal, SP. were used 96 cattle (steers and heifers) of nine genetic groups from the mating of cows: Nelore, $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore with bulls of breeds Canchim, Bonsmara e Brangus. The animals were finished in confinement in individual stalls receiving a diet with 13,1% crude protein and 71,0% total digestible nutrients, until they reach slaughter weight of 17 @ for steers and 16@ for heifers, beyond that factor was taken into account carcass finish that was evaluated with the aid of ultrasound. The feed intake was monitored daily by weighing the leftovers. The slaughter was carried out in a packing following the same routine slaughter. After *rigor mortis* samples were collected from *longissimus dorsi* (between the 12th and 13th ribs) and *triceps brachii* to begin studying. The samples were subjected to different maturation aged (0, 7 and 14 days). After the maturing period determined for each treatment were submitted to color analysis, pH, water holding capacity, cooking weight loss, shear force, collagen, myofibril fragmentation index and fatty acid profile. The experimental design was completely randomized with arrangement 9 x 2 x 3 (9 crossings x 2 sexes x 3 periods of maturation). Data were subjected to analysis of variance and means compared by Tukey test at 5% significance using the SAS (2002). The cross between Canchim and Nelore bulls produced less tender meat from the crosses tested. Maturation act positively in both muscles in improving meat tenderness, showing to be a powerful tool in improving the meat quality. The triceps brachii muscle showed great tenderness values even without maturation, showing that even a less valued muscle being commercially produced from crossbred young and of intensified farming systems can achieve great qualitative parameters and thus add greater value in the housing. Both myofibrillar fragmentation index as the collagen content showed variations with the maturation that may indicate an improvement in meat tenderness. Heifers produced a beef with higher intramuscular fat content.

Keywords: collagen, fatty acid profile, myofibril fragmentation index, shear force

1- INTRODUÇÃO

Com a demanda crescente por uma fonte de proteína de qualidade e a baixos custos houve um aumento crescente no consumo de carne de frango em relação à carne bovina nos últimos anos (FAO 2013). Entretanto ainda há uma grande procura de carne bovina devido a fatores culturais e de preferência de certa parte da população mundial, mas para atender esta demanda há a necessidade de tornar o preço desta carne competitivo sem que haja uma perda na qualidade do produto final.

Uma forma de agregar valor à carne produzida atualmente no Brasil é melhorar a sua qualidade levando em consideração suas propriedades organolépticas, que incluem aparência, cor, conteúdo de gordura, sabor e maciez. Enquanto a cor e a presença de gordura são importantes e influenciam na compra realizada pelo consumidor, estudos indicam que o grau de maciez do músculo após o abate é um dos mais importantes fatores que contribuem significativamente para a qualidade da carne. (KOOHMARAIE 2002; PEREIRA, 2006). PINHEIRO et al. (2009) definiram que a maciez é a facilidade de mastigar a carne com sensações de penetração, corte e resistência à ruptura.

A carne produzida no Brasil atualmente tem uma grande inconsistência da maciez, este fato pode ser atribuído a diversos fatores como idade avançada dos animais ao abate, maior predominância de animais zebuínos em nosso rebanho, sistemas de criação pouco eficientes que não propiciam o melhor desempenho e expressão da capacidade produtiva dos animais e fatores *post mortem*.

Um dos principais fatores *post mortem* que podem ser utilizados para minimizar esta inconsistência da maciez da carne bovina é a maturação que consiste na manutenção da carne embalada a vácuo em baixas temperaturas (1 a 2 °C) por um período de tempo, de 3 a 21 dias normalmente.

Com a utilização de raças mais precoces e em sistema de criação mais intensivo é possível conseguir uma carcaça de melhor qualidade e com isso a possibilidade de se agregar maior valor inclusive a cortes de considerados de menor valor de mercado. Em estudos desenvolvidos pelo nos Estados Unidos músculos

como o *tríceps brachii* oriundos de animais jovens e maturados por pelo menos 3 dias apresentou ótimos valores (abaixo de 5Kgf/cm²) para a força de cisalhamento, valores que indicam uma carne macia (KOOHMARAIE 2002).

Ainda são escassas as pesquisas envolvendo este e outros músculos no Brasil, sendo estas pesquisas de suma importância para que seja atribuído um padrão de cruzamento e sistema de criação ideal para a produção de uma carcaça de qualidade e que possibilite agregar valor a cortes menos nobres, aumentando com isso a lucratividade do sistema e consequentemente a viabilidade do mesmo.

2 - OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo estudar os parâmetros qualitativos dos músculos *longissimus dorsi* e *tríceps brachii* maturados por 0, 7 e 14 dias de bovinos de diferentes classes sexuais (machos e fêmeas) oriundos dos cruzamentos entre os touros das raças Bonsmara, Brangus e Canchim com vacas Nelore, ½ Nelore + ½ Angus, e ½ Nelore + ½ Senepol.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta das amostras, maturação e análises físicas e químicas na carne.

Foram coletadas amostras do músculo *longissimus dorsi* entre a 12^a e 13^a costelas e o músculo *tríceps brachii* em sua totalidade que foram embalados e levados ao laboratório de carne na EMBRAPA Pecuária Sudeste para as análises físicas e maturação.

No laboratório foram retirados bifes com 2,5cm de espessura para a realização das análises físicas, sendo que os bifes destinados à maturação foram embalados a vácuo em sacos plásticos específicos para este fim e levados a câmara fria a uma temperatura de 1 a 2 °C pelo período 7 ou 14 dias.

As análises físicas (cor, perda de peso por cozimento, força de cisalhamento e capacidade de retenção de água) e química (pH) foram realizadas logo após o *rigor mortis* nas amostras frescas (0 dias de maturação) e nas amostras maturadas essas

análises foram realizadas logo após o término de cada período, onde os sacos plásticos foram abertos para a sequência das análises.

As amostras destinadas para as análises de lipídeos totais, perfil de ácidos graxos, índice de fragmentação miofibrilar e colágeno foram congeladas e mantidas a uma temperatura de -20°C até o momento da realização das análises.

3.2 Cor e pH

As determinações da cor da carne foram realizadas utilizando-se o colorímetro Minolta Chrome Meter, avaliando-se a luminosidade (L^* 0 = preto; 100 = branco), a intensidade da cor vermelha (a^*) e a intensidade da cor amarela (b^*). Trinta minutos antes da realização das avaliações, foi realizado um corte transversal ao músculo, para exposição da mioglobina ao oxigênio. O aparelho foi calibrado antes da leitura das amostras com um padrão branco.

A análise de pH foi realizada com a utilização de um mensurador de pH portátil, provido de um sensor para leitura de temperatura e outro para leitura de pH, a calibração do aparelho foi feita antes do início das análises com tampões básico (pH 7) e ácido (pH 5).

3.3 Capacidade de retenção de água (CRA)

Aproximadamente 2g de carne crua foi pesada, colocada em um papel filtro e submetida a uma pressão de 10 Kg por 5 minutos, após este tempo a amostra foi novamente pesada, e a CRA calculada através da fórmula: $\text{CRA} = \frac{\text{PF}(\text{peso final}) \times 100}{\text{PI}(\text{peso inicial})}$ expressa em porcentagem (HAMM 1960).

3.4 Perdas de peso por cozimento e força de cisalhamento (maciez)

Bifes de aproximadamente 2,5 cm de espessura foram retirados das amostras, em seguida assados em um grill pré aquecido por 10 minutos até atingirem 70°C de temperatura no centro geométrico, que foi controlada com o auxílio de termopares inseridos individualmente em cada bife antes de levá-los ao grill, para determinar a

perda de peso por cocção foi utilizado o peso inicial – peso final das amostras, sendo expressas em porcentagem. (WHEELER et al., 1998)

Após a cocção, as amostras foram cortadas na forma cilíndrica de 1,57 cm de diâmetro com o auxílio de uma furadeira adaptada a uma lamina para corte e submetidas ao aparelho TEXTURE ANALYZER TA-XT-125, para a mensuração da força de cisalhamento, expressa em kgf/cm² (CORTE et al., 1979).

3.5 Lipídeos totais e perfil de ácidos graxos

A extração de lipídios foi realizada utilizando-se técnica a frio descrita por FOLCH et al. (1957), com solução de clorofórmio:metanol (2:1). Também foram realizadas as análises de ácidos graxos, sendo isolados utilizando o método descrito por BLIGH & DYER (1959), que retira a fase lipídica da amostra. Posteriormente, foi feita a esterificação dos ácidos graxos segundo MAIA & RODRIGUES-AMAYA (1993) e foram analisados em cromatógrafo gasoso Shimadzu 14B, equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida. A identificação dos picos foi feita por comparação dos tempos de retenção com os de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos da Sigma.

3.6 Índice de Fragmentação Miofibrilar

O índice de fragmentação miofibrilar da carne foi determinado de acordo com CULLER et al. (1978). De cada amostra, ainda congelada, foram retiradas duas sub-amostras com 3 gramas cada, as quais foram picadas com bisturi, retirando-se qualquer tecido conectivo ou gordura aparente. Após as amostras foram homogeneizadas no Turrax em três seções de 30 segundos cada, com 30mL da solução de extração contendo KCl 100mM, fosfato de potássio 20mM, EDTA 1mM, MgCl₂ 1mM e azida sódica 1mM. Em seguida, a solução homogeneizada foi centrifugada, por 15 minutos, a 15.000 rpm, a 4°C. Após descartar o sobrenadante, o precipitado foi disperso com 30mL da solução de extração, agitado com um bastão de vidro e centrifugado novamente, esta operação foi repetida mais uma vez. Após descartar o sobrenadante, ao precipitado será adicionado 10mL da solução de extração e a suspensão obtida foi passada através de peneira de polietileno para

remoção do tecido conectivo. Na suspensão de miofibrilas foi determinada a concentração de proteína pelo método do biureto, descrito por GORNALL et al., (1949). Uma alíquota da suspensão de miofibrilas foi diluída com a solução de extração até uma concentração protéica de $0,5 \pm 0,05\text{mg/mL}$. A suspensão diluída de miofibrilas foi agitada e colocada na cubeta, sendo logo em seguida feita a leitura da densidade ótica a 540nm em espectrofotômetro. Para obtenção do índice de fragmentação miofibrilar, multiplica-se o valor obtido de densidade ótica a 540nm por 200.

3.7 Colágeno Total

A análise de colágeno total foi avaliada pela determinação do aminoácido hidroxiprolina segundo metodologia proposta por WOESSNER (1961). Foram utilizadas amostras de cinco gramas de carne congelada que foram colocadas em tubos plásticos com 20 mL de água destilada submetidas a banho-maria por duas horas a 80°C. As amostras foram homogeneizadas por um minuto em *Ultra-turrax* a 22.000 rpm e então centrifugadas a 4000 rpm por 15 minutos em temperatura ambiente. O sobrenadante foi filtrado e se adicionou-se 30 mL de 6 N HCl e ao sedimento foram adicionados 50 mL de 6 N HCl. As amostras foram hidrolisadas em autoclave por quatro horas a 1atm e 120°C (CROSS et al., 1973). Após a hidrólise as amostras foram diluídas e o pH ajustado para pH 6,0. Foram transferidos para dois tubos de ensaio 2,0 mL da fração do sobrenadante e sedimento das amostras, respectivamente. Aos tubos foi adicionado 1,0 mL de tampão Cloramina-T e 1,0 mL de reagente de cor em cada tubo. As amostras foram levadas a banho-maria por 15 minutos a 60°C. Após o resfriamento foi feita leitura das amostras em espectrofotômetro no comprimento de onda de 560 nm.

3.8 - Delineamento experimental

Os dados foram avaliados estatisticamente num delineamento experimental inteiramente casualizado com arranjo fatorial $9 \times 2 \times 3$ (9 cruzamentos $\times$ 2 sexos $\times$ 3 períodos de maturação) respectivamente para os dois músculos (*triceps brachii* e *longissimus dorsi*) separadamente com 6 repetições por tratamento. Os dados foram

submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey com 5% de significância. Para as análises estatísticas utilizou-se o Programa Computacional SAS (2002).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 4 são apresentados os resultados para força de cisalhamento, perda de peso por cozimento, capacidade de retenção de água, luminosidade, intensidade de vermelho, intensidade de amarelo e pH para o músculo *longíssimus dorsi* para os diferentes cruzamentos em três períodos de maturação.

Tabela 4 – Médias de força de cisalhamento (FC), perda de peso por cozimento (PPC), capacidade de retenção de água (CRA), luminosidade (*L), intensidade de vermelho (*a), intensidade de amarelo (*b) e pH para bovinos machos e fêmeas oriundos dos cruzamentos de touros das raças: Bonsmara (BX), Brangus (GX) e Canchim (CX) com vacas Nelore (NE), ½ Nelore X ½ Senepol (SN) e ½ Nelore X ½ Angus (TA); para o músculo *longissimus dorsi* em três períodos de maturação: 0, 7 e 14 dias.

	FC(Kgf/cm ²)	PPC(%)	CRA(%)	*L	*a	*b	pH
GRUPOS GENÉTICOS (A)							
BXNA	5,29a	22,40	79,95	36,52	14,96	12,95	5,36
BXSN	5,45a	22,39	79,82	36,48	15,32	13,20	5,38
BXNE	5,39a	22,30	80,82	38,35	15,00	13,01	5,43
GXNA	5,28a	23,86	78,92	37,28	15,05	12,78	5,43
GXSN	5,85a	24,21	79,92	37,19	14,85	12,91	5,51
GXNE	5,42a	22,71	80,39	36,84	14,95	12,89	5,46
CXNA	5,50a	23,45	78,85	38,12	14,69	13,36	5,37
CXSN	5,47a	24,67	80,12	37,45	14,85	13,01	5,48
CXNE	6,48b	23,92	80,45	37,52	15,32	13,21	5,42
SEXO (B)							
MACHO	6,78	23,22a	81,41	37,22	14,89	13,15	5,42
FÊMEA	6,12	25,04b	79,48	36,58	14,78	12,87	5,40
PERÍODOS DE MATURAÇÃO (C)							
0 dias	6,57a	24,11a	80,40a	36,40a	15,24 ^a	12,65a	5,42
7 dias	3,87b	27,42b	70,64b	39,66b	18,69b	15,69b	5,47
14 dias	2,97c	28,18b	71,02b	40,47b	18,68b	15,92b	5,48
p(A)	0,0671	0,1276	0,0954	0,0657	0,0712	0,1092	0,1562
p(B)	0,0642	0,0001	0,1342	0,0961	0,0712	0,0633	0,0788
p(C)	<0,0001	<0,0001	0,0001	<0,0001	0,0001	0,0001	0,2071
p(AxB)	0,1265	0,1677	0,0987	0,0810	0,2101	0,0766	0,1355
p(AxC)	0,0562	0,1266	0,2198	0,2209	0,0639	0,0840	0,1092
p(BxC)	0,1100	0,0961	0,0719	0,0635	0,1862	0,2961	0,3670
p(AxBxC)	0,3671	0,0961	0,1230	0,1102	0,0951	0,0812	0,3201
CV (%)	15,00	12,76	20,12	17,22	16,29	12,30	9,85

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si para o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para os grupos genéticos houve diferença estatística ($P < 0,05$) apenas para a variável força de cisalhamento (FC), sendo que o maior valor foi verificado para os animais oriundos do cruzamento de touro canchim (CX) com vacas da raça nelore (NE), salientando que neste cruzamento há a presença de $\frac{3}{4}$ zebuínos em sua composição (1/4 oriundo do touro canchim e 2/4 das vacas nelore), não havendo diferença ($P > 0,05$) entre os demais grupos genéticos, este valor mais alto para FC pode ser explicado pelo sistema calpaína e calpastatina, (WHEELER et al. 1990; WHIPPLE et al. 1990) observaram que animais zebuínos apresentam concentrações de calpastatina no músculo superiores aos taurinos. A calpastatina é o inibidor da ação da calpaína durante o processo de proteólise *postmortem*. Foi observada estreita relação entre este inibidor com a menor maciez da carne. Resultados semelhantes foram observados por PEREIRA et. al., 2009 que trabalharam com animais cruzados e animais da raça nelore, eles não observaram diferença entre os cruzamentos testados, contudo os animais da raça nelore apresentaram maior força de cisalhamento quando comparados com ambos os cruzamentos.

Para os períodos de maturação houve diferença estatística entre os tratamentos ($P < 0,05$), sendo os menores valores encontrados para 7 e 14 dias de maturação e os maiores valores para as amostras não maturadas. Este comportamento se deve principalmente ao processo de maturação que atua melhorando até 50% na maciez da carne, sendo que a maciez final será resultante da eficácia com que ocorreu a degradação enzimática para desestruturar as miofibrilas compactadas durante o processo de *rigor mortis*. A eficiência da degradação enzimática depende do tempo de maturação e do nível de compactação das miofibrilas resultante do *rigor mortis*. O conteúdo de tecido conjuntivo e proteólise das miofibrilas podem explicar grande parte senão toda variação observada na carne maturada, pois se acredita que a perda de água é principalmente influenciada pelo grau de encolhimento lateral e transversal das miofibrilas pelo rigor e espaçamento entre filamento, devido a isto há uma menor perda de água na carne sem maturação. (KOOHMARAIE et al., 2002; HUFF-LONERGAN & LONERGAN, 2005).

Resultados semelhantes foram observados por RIBEIRO et al. 2002; WHEELER et.al., 2010; GRAYSSON & LAWRENCE 20013 que observaram uma queda na CRA a medida que se aumentou o período de maturação.

Para perda de peso ao cozimento houve diferença significativa na comparação entre machos e fêmeas e nos períodos de maturação. O aumento da PPC durante o processo de maturação ocorre devido ao aumento dos espaços entre as fibras musculares devido a desnaturação proteica, o que resulta em uma maior perda de água quando esta carne é submetida a temperaturas elevadas de cozimento, resultados semelhantes foram observados por OLIVEIRA et al., (1998) e STRAADT et al., (2007) que verificaram um aumento do PPC a medida que se aumentou o período de maturação.

Houve diferença significativa para a variável L^* nos diferentes períodos de maturação, sendo os maiores valores encontrados para as carnes maturadas por 7 e 14 dias não diferindo entre si. Esta diferença pode ser atribuída ao processo de maturação e o extravasamento de líquido que ocorre devido ao rompimento das miofibrilas decorrente deste processo, este líquido deixa a carne mais úmida em sua superfície e esta umidade tem a capacidade de refletir a luz o que automaticamente aumenta os valores de leitura de luminosidade pelo colorímetro. Os resultados obtidos neste estudo corroboram com os observados por CUEVELIER et al., (2006) que trabalharam com diferentes grupos genéticos, os resultados de L^* obtidos por estes autores foram de 37,4 para 2 dias e 39,1 para 8 dias de maturação, mesmo não maturando a carne até atingir 14 dias o comportamento se mostrou semelhante aos obtidos neste estudo. Mesmo tendo havido influencia do tempo de maturação sobre a luminosidade (L^*) os valores em todos os tratamentos ficaram dentro dos valores considerados ideais por PURCHAS 1988.

Houve diferença ($P < 0,05$) entre os tempos de maturação para a variável a^* no músculo *longíssimus dorsi* sendo os maiores valores encontrados para 7 e 14 dias de maturação. Esta diferença pode ser explicada pois carne maturada, mesmo após a equalização da cor, ainda apresenta um gradiente diferenciado quando comparada à carne não maturada, pois o ferro presente na mioglobina em baixas pressões de oxigênio passa para a forma oxidada (Fe^{+++}), originando a metamioglobina, que apresenta coloração escura (ROÇA, 2000; MANCINI & HUNT, 2005), PUGA et al., 1999 observaram o mesmo comportamento ao trabalharem também com o músculos *longíssimus dorsi* e *tríceps brachii* em diferentes períodos de maturação observando

valores de 15,51 e 17,56 para 0 e 9 dias de maturação respectivamente para o *tríceps brachii* e 14,22 e 15,78 para o *longíssimus dorsi*.

Houve diferença estatística para o teor de amarelo (*b) nos diferentes períodos de maturação, esta diferença pode ser atribuída ao mesmo fator que afetou o teor de vermelho e a luminosidade que foi o extravasamento de líquido que ocorre devido ao processo de maturação, resultados semelhantes foram encontrados por PUGA et al., 1999 e RIBEIRO et al., 2002, estes últimos encontraram valores mais altos aos que observados neste estudo, provavelmente devido aos menores valores de CRA, o que justifica e embasa esta teoria.

Os valores de pH não diferiram para nenhum dos tratamentos sendo que todos os valores estão dentro do limite considerado ideal para carne bovina que é de 5,5 a 5,7 de acordo com PURCHAS 1988.

Na tabela 5 são apresentados os resultados de colágeno total, índice de fragmentação miofibrilar e gordura interna muscular para o músculo *longíssimus dorsi* para os diferentes cruzamentos e sexos em três períodos de maturação

Tabela 5 – Médias para colágeno total, índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e lipídeos totais (LIP.TOT.) para bovinos machos e fêmeas oriundos dos cruzamentos de touros das raças: Bonsmara (BX), Brangus (GX) e Canchim (CX) com vacas Nelore (NE), $\frac{1}{2}$ Nelore X $\frac{1}{2}$ Senepol (SN) e $\frac{1}{2}$ Nelore X $\frac{1}{2}$ Angus (TA); para o músculo *longíssimus dorsi* em três períodos de maturação: 0, 7 e 14 dias.

	Colágeno (g/100g)	IFM	LIP.TOT. (%)
GRUPO GENÉTICO (A)			
BXNE	0,55	96,2	1,94
BXSN	0,59	104,5	2,06
BXTA	0,52	98,73	2,11
GXNE	0,59	100,9	2,11
GXSN	0,53	92,48	2,02
GXTA	0,52	99	1,99
CXNE	0,52	91,21	1,95
CXSN	0,59	102,21	1,94
CXTA	0,60	101,19	1,98
SEXO (B)			
MACHO	0,59a	100,12	1,79b
FÊMEA	0,48b	98,76	2,31a
MATURAÇÃO (C)			
0 dias	0,61a	89,13b	-
7 dias	0,51b	102,19a	-
14 dias	0,52b	103,88a	-
p(A)	0,2345	0,9923	0,0876
p(B)	<0,0001	0,7456	0,0001
p(C)	0,0001	0,0001	-
p(AxB)	0,2398	0,2209	0,0781
p(AxC)	0,3781	0,1902	-
p(BxC)	0,4209	0,0972	-
p(AxBxC)	0,9874	0,7120	-
CV (%)	14,19	23,45	9,12

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si para o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferença estatística para o colágeno entre os grupos genéticos, contudo os valores observados foram considerados baixos para os padrões encontrados no Brasil principalmente quando comparados com animais zebuínos, em um estudo desenvolvido por DELLA TORRE & BERAQUET (2005) os autores avaliaram a quantidade de colágeno em diferentes cortes comerciais de diversas marcas comercializadas no Brasil e encontraram valores médios para o músculo *longíssimus dorsi* de 1,08g de colágeno/100g de carne, praticamente o dobro dos valores observados neste estudo.

As fêmeas apresentaram menor teor de colágeno quando comparadas aos machos ($P < 0,05$), esta variação foi descrita por LUCHIARI FILHO 2001 que observou maiores teores de colágeno total no músculo *longíssimus dorsi* em relação aos machos. Não somente o teor de colágeno pode influenciar a maciez da carne, sua estrutura, forma e grau de gelatinização após a cocção também tem influência sobre esta característica (WEELER et.al., 2010), contudo os resultados para força de cisalhamento não diferiram entre machos e fêmeas.

Para os tempos de maturação houve diferença ($P < 0,05$) sendo que os valores para 0 dias de maturação foram maiores que os observados para 7 e 14 dias. Este resultado vem de encontro com o preconizado por NAKAMURA et al., 2003, que descreve que o teor de colágeno sobre influência da localização muscular, sexo, genótipo do animal e período de maturação. Contudo em alguns estudos (BAYRAKTAROGU et. al., 2011; GIRARD et. al., 2012) não foram observadas diferenças significativas entre o teor de colágeno total entre os períodos de maturação, resultados estes que diferem dos encontrados neste estudo. Estas diferenças podem se derivar da diferença de metodologias empregadas na avaliação, pois em todos estes trabalhos em que se avaliaram a quantidade do colágeno solúvel e insolúvel a quantificação do colágeno total é feita por um somatório, podendo haver algumas discrepâncias da metodologia utilizada neste experimento.

Estes resultados podem explicar o decréscimo observado na força de cisalhamento nas amostras maturadas em relação as que não sofreram este processo. É de conhecimento que a maturação diminui a força de cisalhamento da carne, pois além da degradação das miofibrilas que ocorre devido a processos enzimáticos durante a maturação a quantidade de colágeno solubilizado é maior que

em carnes não maturadas, pela ação proteolítica das catepsinas, liberadas ao meio extracelular e capazes de clivar o colágeno insolúvel em fragmentos solúveis (MONSÓN et al., 2004).

O IFM não diferiu entre os grupos genéticos ($P>0,05$), contudo os resultados obtidos para esta análise apresentaram valores acima de 60 que segundo CULLER et. al., (1978) indica uma carne bastante macia. Segundo RAMOS & GOMIDE (2007) o IFM é um método físico usado para predizer a maciez baseada na medida de carnes cruas, contudo outros fatores como o teor de colágeno e sua solubilidade também podem exercer influência sobre esta variável (KOOHMARAIE 2002)

Não houve diferença significativa entre os sexos para IFM, o que veio de encontro com os resultados obtidos para a força de cisalhamento que também não diferiu entre os sexos.

Para os períodos de maturação houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo os períodos de maturação de 7 e 14 apresentaram maiores valores para IFM quando comparados com o período de 0 dias de maturação mas não diferiram entre si.

O procedimento de IFM reflete a intensidade de proteólise das miofibrilas e é um útil indicador da proteólise muscular além da quebra e ruptura da banda I (TAYLOR et. al., 1995). Evidentemente, as miofibrilas submetidas ao processo de maturação tem maior degradação que aquelas de músculos intactos (KOOHMARAIE 1990). As mudanças na estrutura miofibrilar resultam no aumento dos valores da força de cisalhamento sobre as escalas de cozimento a temperaturas de 40 a 60° C, e os aumentos são independentes do estado de contração do músculo, mas existem evidências que o tecido conjuntivo contribui para o decréscimo da força de cisalhamento quando a temperatura de cozimento da carne de animais jovens foi acima de 50° C e de animais velhos acima de 60° C (BEILKEN et al., 1990).

Os resultados deste estudo corroboram com os observados por ILIAN et. al., (2003) que observaram aumentos lineares para o IFM até os 7 dias de maturação, sendo que estes valores se estabilizaram após este período, com valores de 65 para as amostras não maturadas e 127 para as amostras maturadas por 7 dias, sendo que estes foram valores próximos aos obtidos neste estudo.

O teor de lipídeos não diferiu entre os grupos genéticos ($P>0,05$), este fato pode ser explicado devido a grande complexidade de cruzamentos envolvidos, contudo os valores obtidos neste estudo indicaram uma boa quantidade de gordura intramuscular nestes animais visto que em estudos desenvolvidos com animais da raça nelore foram encontrados teores menores que 1% de gordura intramuscular no músculo *longíssimus dorsi*.

Nas tabelas 6 e 7 são apresentadas as médias da porcentagem total de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados e a quantidade de cada ácido separadamente para bovinos cruzados.

Tabela 6 – Médias da porcentagem total de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados para oriundos dos cruzamentos de touros das raças: Bonsmara (BX), Brangus (GX) e Canchim (CX) com vacas Nelore (NE), $\frac{1}{2}$ Nelore X $\frac{1}{2}$ Senepol (SN) e $\frac{1}{2}$ Nelore X $\frac{1}{2}$ Angus (TA); para o músculo *longíssimus dorsi*.

	Ácidos graxos saturados (%)	Ácidos graxos monoinsaturados (%)	Ácidos graxos poli-insaturados (%)
BXNE	46,95	44,92	8,11
BXSN	46,92	45,02	8,03
BXTA	47,21	44,85	7,89
GXNE	46,23	45,38	8,35
GXSN	47,19	44,69	8,07
GXTA	46,81	45,09	8,03
CXNE	46,23	45,67	7,98
CXSN	47,54	44,50	7,92
CXTA	46,26	45,45	8,26
P-value	0,1470	0,2278	0,3476

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si para o teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 7 - Médias da composição de ácidos graxos, em porcentagem da gordura do músculo *longissimus dorsi* oriundos dos cruzamentos de touros das raças: Bonsmara (BX), Brangus (GX) e Canchim (CX) com vacas Nelore (NE), ½ Nelore X ½ Senepol (SN) e ½ Nelore X ½ Angus (TA)

Ac. Graxos(Nomenclatura)	BXNE	BXSN	BXTA	GXNE	GXSN	GXTA	CXNE	CXSN	CXTA	P-value
Cáprico (C10:0)	0,06	0,05	0,08	0,05	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06	0,2213
Láurico (C12:0)	0,07	0,08	0,07	0,06	0,06	0,09	0,08	0,07	0,08	0,4145
Mirístico (C14:0)	3,12b	3,17a	3,22a	3,19a	3,18a	3,09b	3,21a	3,20a	3,11b	0,0001
Miristoleico (C14:1)	0,69b	0,74b	0,70b	0,89a	0,90a	0,61b	0,65b	0,53b	0,92a	<0,0001
Pentadenoico (C15:0)	0,30	0,27	0,29	0,34	0,38	0,32	0,30	0,29	0,31	0,1245
Palmitico (C16:0)	27,32	26,76	27,09	28,12	26,83	27,09	27,81	27,65	27,88	0,4406
Palmitoleico (C16:1)	3,22	3,12	3,06	3,54	3,10	3,41	3,19	3,11	3,03	0,0962
Heptadenoico (C17:0)	0,80	0,83	0,88	0,79	0,81	0,80	0,82	0,86	0,81	0,1904
Estearico (C18:0)	15,12	14,72	15,13	15,29	15,06	14,90	15,02	15,22	14,89	0,0871
Oleico (C18:1 n9c)	40,13	41,22	40,09	40,78	41,20	40,71	40,88	41,07	40,69	0,1295
Cis-Vacênico (C18:1 n7)	1,90	1,88	1,91	1,82	1,95	1,90	1,89	1,91	1,87	0,3481
Linoleico (C18:2 n6c)	2,89	2,71	2,88	2,80	2,92	2,69	2,77	2,70	2,84	0,0840
γ linolênico (C18:3 n6)	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,5134
α linolênico (C18:3 n6)	0,23	0,29	0,31	0,25	0,25	0,28	0,34	0,38	0,27	0,0976
Linoleico conjugado (C18:2 n9, t11)	0,31	0,28	0,35	0,29	0,28	0,33	0,36	0,35	0,29	0,1109
Araquídico (C20:0)	0,09	0,09	0,11	0,10	0,08	0,09	0,08	0,10	0,11	0,8741
Eicoseinoico (C20:1 n9)	0,17	0,15	0,14	0,19	0,15	0,15	0,17	0,18	0,14	0,3871
Eicosadienoico (C20:2)	0,03	0,03	0,05	0,05	0,04	0,02	0,05	0,03	0,04	0,2273
Araquidônico (C20:4 n6)	0,53	0,58	0,61	0,55	0,51	0,52	0,57	0,51	0,50	0,1487
Eicosapentaenoico (C20:5 n3)	0,11	0,13	0,14	0,10	0,11	0,14	0,15	0,12	0,11	0,3902
Docosatetraenoico (C22:4 n6)	0,06	0,09	0,07	0,06	0,08	0,05	0,08	0,06	0,06	0,1236
Nervônico (C24:1 n9)	0,22	0,29	0,21	0,27	0,30	0,27	0,25	0,28	0,22	0,1894
Docosaexaenoico (C22:6 n3)	0,02	0,02	0,03	0,02	0,04	0,03	0,04	0,02	0,04	0,7720

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si para o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferença significativa entre os grupos genéticos para a concentração de ácidos graxos insaturados, monoinsaturados e poli-insaturados. A composição de ácidos graxos na carne recebe grande influência do manejo alimentar, como a fase de acabamento (a pasto ou confinamento), fontes de lipídeos e proporção de volumoso:concentrado na dieta (CIFUNI et.al., 2014). GAMA et.al., (2013) trabalharam com animais de diferentes cruzamentos terminados em pastagem e confinamento, observaram diferença apenas entre os sistemas de criação para a proporção de ácidos graxos, evidenciando com isso que a alimentação exerce grande influência sobre este atributo, enquanto a influência da genética é pequena. O mesmo comportamento foi observado por LOPES et.al., (2014) que avaliaram diferentes níveis energéticos na dieta em 3 raças caprinas e observaram maior influência da dieta que das raças na composição de perfil de ácidos graxos na carne destes animais.

Houve diferença significativa para os ácidos graxos mirístico e miristoleico, contudo esta diferença não foi suficiente para promover alteração nas concentrações totais quanto a proporção de ácidos graxos insaturados:saturados.

Na tabela 8 são apresentados os resultados para força de cisalhamento, perda de peso por cozimento, capacidade de retenção de água, luminosidade, intensidade de vermelho, intensidade de amarelo e pH para o músculo *tríceps brachii* para os diferentes cruzamentos e sexos em três períodos de maturação

Tabela 8 – Médias de força de cisalhamento (FC), perda de peso por cozimento (PPC), capacidade de retenção de água (CRA), luminosidade (*L), intensidade de vermelho (*a), intensidade de amarelo (*b) e pH para bovinos machos e fêmeas oriundos dos cruzamentos de touros das raças: Bonsmara (BX), Brangus (GX) e Canchim (CX) com vacas Nelore (NE), ½ Nelore X ½ Senepol (SN) e ½ Nelore X ½ Angus (TA); para o músculo *tríceps brachii* em três períodos de maturação: 0, 7 e 14 dias.

	FC(Kgf/cm ²)	PPC(%)	CRA(%)	*L	*a	*b	pH
GRUPOS GENÉTICOS (A)							
BXNA	3,28	22,86	73,92	36,20	15,92	12,71	5,41
BXSN	2,95	24,05	72,28	35,98	16,20	12,95	5,47
BXNE	3,05	23,28	71,38	37,00	16,10	12,98	5,47
GXNA	2,85	21,48	72,83	37,15	16,28	13,05	5,40
GXSN	2,98	23,12	72,16	36,00	16,02	12,68	5,45
GXNE	3,15	25,19	74,29	36,52	16,19	13,01	5,47
CXNA	3,18	25,74	73,00	36,17	16,32	13,08	5,43
CXSN	3,20	25,12	72,58	37,21	16,11	13,04	5,46
CXNE	3,45	23,00	74,48	35,72	15,87	12,81	5,49
SEXO (B)							
MACHO	3,19	23,22	74,20	36,45	16,00	12,82	5,40
FÊMEA	2,98	24,12	73,07	36,71	16,12	13,00	5,41
PERÍODOS DE MATURAÇÃO (C)							
0 dias	3,09a	24,45a	73,69b	36,40a	16,12a	13,10a	5,42
7 dias	3,06a	29,01b	71,56a	38,93b	17,94b	14,93a	5,44
14 dias	2,64b	27,43b	71,22a	39,40b	17,80b	15,00b	5,48
p(A)	0,0972	0,0761	0,2120	0,0613	0,1234	0,06722	0,3219
p(B)	0,0876	0,0711	0,0910	0,0714	0,640	0,1204	0,2951
p(C)	0,0001	<0,0001	0,0001	0,0001	<0,0001	0,0012	0,1671
p(AxB)	0,0851	0,0672	0,0567	0,0712	0,1243	0,0941	0,0783
p(AxC)	0,0644	0,0639	0,3541	0,0755	0,0980	0,1377	0,2260
p(BxC)	0,4410	0,0600	0,0844	0,1571	0,3097	0,0966	0,1097
p(AxBxC)	0,1562	0,2051	0,0988	0,1691	0,3970	0,1482	0,3971
CV(%)	18,12	16,41	9,42	11,29	18,70	16,20	15,01

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si para o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nenhuma das variáveis avaliadas foi afetada pelos cruzamentos ($P>0,05$). Os valores para força de cisalhamento ficaram todos abaixo de 5 Kgf/cm² que segundo KOHMARAI 2002 é um indicativo de uma carne macia. Diferentemente do que ocorreu no músculo *longíssimus dorsi* que apresentaram médias um pouco acima de 5 Kgf/cm².

Isto se deve principalmente ao fato de os animais serem muito novos e por este motivo apresentarem em sua estrutura um tipo de colágeno que se gelatiniza com o aumento da temperatura, fato este que confere a carne uma textura mais tenra, quando o animal fica mais velho a proporção de colágeno no músculo diminui, contudo, sua estrutura se modifica tornando-o não gelatinizável com o aumento da temperatura o que confere principalmente aos músculos dianteiros, que é onde se tem maior concentração de colágeno e consequentemente uma carne menos macia, outro motivo para músculo *tríceps brachii* ter obtido menores valores para força de cisalhamento se deve ao fato das carcaças serem suspensas pelo tendão de Aquiles na câmara fria durante o *rigor mortis*, este método de suspensão da carcaça faz com que músculos como o contra filé tenham um maior encurtamento dos sarcômeros o que resulta em uma carne menos macia. (RHEE et al. 2004; STOLOWSKI et al. 2006)

SORHEIN et al. (2002) e HOU et al., (2014) constataram em seus estudos que o emprego da suspensão pela pélvis em substituição ao método convencional de suspensão pelo tendão de Aquiles durante o resfriamento das carcaças foi mais eficiente na diminuição no encurtamento de sarcômeros e na maciez da carne, em particular para músculos com maior massa disposta na região lombar como é o caso do *longíssimus dorsi*, já para o músculo *tríceps brachii* esta diferença não foi observada constatando que o tensionamento muscular provocado pela suspensão da carcaça pelo tendão de Aquiles durante o resfriamento tem influência negativa na maciez da carne, já que o *tríceps brachii* por ser um músculo com localização mais interna na carcaça sofre pouca influência do método de pendura da carcaça e por este motivo não foi afetado.

HOSTETLER et al., (1970) em um estudo primário com métodos de suspensão de carcaça avaliaram a suspensão pela pélvis e pelo tendão de Aquiles, quando as carcaças foram suspensas pelo tendão de Aquiles o músculo *tríceps brachii* obteve menor valor FC(4,81 Kgf/cm²) quando comparado *longíssimus dorsi* (6,26 Kgf/cm²), já quando as carcaças foram suspensas pela

pélvis o valor de FC para os músculos foi semelhante (4,90 Kg/cm² para *tríceps brachii* e 4,94 Kg/cm² para *longíssimus dorsi*).

Para os diferentes períodos de maturação houve diferença estatística sendo que os menores valores para força de cisalhamento foram observados para as amostras maturadas por 14 dias em comparação com os demais períodos de maturação (0 e 7 dias) que por sua vez não diferiram entre si.

Os resultados obtidos neste experimento vêm de encontro com dados da literatura; PUGA et al., 1999 em seus estudos observaram comportamento semelhante ao deste experimento ao testar a influência da maturação sobre a maciez do músculo *tríceps brachii* obtendo valores de FC de 6,40 para 1 dia e 5,83 para 14 dias de maturação. Em ambos os estudos os valores encontrados para força de cisalhamento foram maiores que os encontrados neste trabalho, diferenças estas explicadas pela menor idade ao abate dos animais utilizados neste experimento que é uma das principais determinantes na maciez da carne bovina. (WALTER, 1965)

A perda de peso ao cozimento não diferiu entre os grupos genéticos e condição sexual ($P > 0,05$), no entanto houve diferença estatística entre os períodos de maturação, sendo os maiores valores observados para as amostras maturadas por 7 e 14 dias que não diferiram entre si, e os menores valores observados para as amostras não maturadas. O aumento da PPC durante o processo de maturação ocorre devido ao aumento dos espaços entre as fibras musculares devido a desnaturação proteica, o que resulta em uma maior perda de água quando esta carne é submetida a temperaturas elevadas de cozimento.

A capacidade de retenção de água não sofreu influência dos cruzamentos nem da condição sexual ($P > 0,05$), contudo a amostra não maturada teve maior valor para esta variável ($P < 0,05$) quando comparada as amostras maturadas por 7 e 14 dias que por sua vez não diferiram entre si.

Este comportamento se deve principalmente ao processo de maturação que atua melhorando até 50% na maciez da carne, sendo que a maciez final será resultante da eficácia com que ocorreu a degradação enzimática para desestruturar as miofibrilas compactadas durante o processo de *rigor mortis*. A eficiência da degradação enzimática depende do tempo de maturação e do nível de compactação das miofibrilas resultante do *rigor mortis*. O conteúdo de tecido conjuntivo e proteólise das miofibrilas podem explicar grande parte senão toda

variação observada na carne maturada, pois se acredita que a perda de água é principalmente influenciada pelo grau de encolhimento lateral e transversal das miofibrilas pelo rigor e espaçamento entre filamento, devido a isto há uma menor perda de água na carne sem maturação. (KOOHMARAIE et al., 2002; HUFF-LONERGAN & LONERGAN, 2005). Resultados semelhantes foram observados por RIBEIRO et.al., 2002 que trabalharam com diversos músculos bovinos em diferentes períodos de maturação observaram uma diminuição na capacidade de retenção de água nas amostras durante a maturação.

VIEIRA 2011 trabalhou com os mesmos músculos apresentados neste estudo e observou em ambos que houve uma diminuição da capacidade de retenção de água durante a maturação e esta mesma variável não foi afetada pelos grupos genéticos, evidenciando que esta variável é mais afetada por processos post mortem do que pelo grupo genético ou nutrição. (HUFF-LONERGAN & LONERGAN, 2005)

A luminosidade *L não sofreu influência dos grupos genéticos e do sexo ($P>0,05$), já para os períodos de maturação houve diferença significativa para esta variável sendo os maiores valores encontrados para as amostras maturadas que não diferiram entre si e os menores valores para a carne que não sofreu este processo. Esta diferença pode ser atribuída à maturação e o extravasamento de líquido que ocorre devido ao rompimento das miofibrilas decorrente deste processo, este líquido deixa a carne mais úmida em sua superfície e esta umidade tem a capacidade de refletir a luz o que automaticamente aumenta os valores de leitura de luminosidade pelo colorímetro.

Os valores para *a (teor de vermelho) e *b (teor de amarelo) também não sofreram influência dos grupos genéticos e da condição sexual ($P>0,05$), não obstante foram afetados pelos períodos de maturação ($P<0,05$) onde os valores de *a foram maiores para as carnes maturadas em relação a carne *in natura*, já para *b apenas aos 14 dias de maturação houve um aumento nos valores das médias sendo que aos 7 dias de maturação e na carne não maturada apresentaram os menores valores e estes não diferiram entre si.

A carne maturada, mesmo após a equalização da cor, ainda apresenta um gradiente diferenciado quando comparada à carne não maturada, pois o ferro presente na mioglobina em baixas pressões de oxigênio passa para a forma

oxidada (Fe^{+++}), originando a metamioglobina, que apresenta coloração escura (ROÇA, 2000; MANCINI & HUNT, 2005).

Como a carne é maturada em embalagens a vácuo, sem a presença de oxigênio, há a formação da deoximioglobina que é uma das principais responsáveis por uma das principais características do produto que é a cor vermelho púrpura, ou seja, um vermelho mais intenso, contudo se houver a presença de oxigênio durante o processo há a formação da oximioglobina que é gerada através da oxigenação da mioglobina e apresenta uma cor de vermelho mais suave. (MANCINI & HUNT, 2005)

Na tabela 9 são apresentados os resultados de colágeno total, índice de fragmentação miofibrilar e gordura interna muscular para o músculo *triceps brachii* para os diferentes cruzamentos e sexos em três períodos de maturação

Tabela 9 – Médias para colágeno total, índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e gordura interna muscular (GIM) para bovinos machos e fêmeas oriundos dos cruzamentos de touros das raças: Bonsmara (BX), Brangus (GX) e Canchim (CX) com vacas Nelore (NE), ½ Nelore X ½ Senepol (SN) e ½ Nelore X ½ Angus (TA); para o músculo *Tríceps brachii* em três períodos de maturação: 0, 7 e 14 dias.

	Colágeno (g/100g)	IFM	Gord.Int. (%)
GRUPO GENÉTICO (A)			
BXNE	0,90	91,23	2,00
BXSN	0,93	87,65	1,79
BXTA	0,90	80,12	1,84
GXNE	0,95	95,18	1,90
GXSN	0,92	92,89	2,06
GXTA	0,92	82,76	1,78
CXNE	0,94	90,55	1,87
CXSN	0,89	87,02	1,74
CXTA	0,90	81,88	2,04
SEXO (B)			
MACHO	0,93	89,09	1,69b
FÊMEA	0,88	93,45	2,16a
MATURAÇÃO (C)			
0 dias	0,95a	82,34b	-
7 dias	0,91a	87,65b	-
14 dias	0,89b	98,17a	-
p(A)	0,3467	0,2762	0,0834
p(B)	0,2388	0,3901	<0,0001
p(C)	0,0001	0,0172	-
p(AxB)	0,1277	0,1287	0,1290
p(AxC)	0,0951	0,4183	-
p(BxC)	0,1099	0,3905	-
p(AxBxC)	0,1481	0,1720	-
CV (%)	7,81	19,45	10,45

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si para o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferença estatística para o colágeno entre os grupos genéticos, os resultados obtidos neste estudo foram superiores quando comparados aos observados por TORRESCANO et.al., 2002 que ao avaliarem a quantidade de colágeno total em 14 diferentes músculos de bovinos obtiveram uma média de 0,78g/100g deste constituinte. Esta diferença pode ser explicada devido a diferenças dos animais, quanto a genética (aguns) e idade de abate (12 meses). Tanto a idade como o grupo genético podem afetar a quantidade e composição do colágeno muscular (NAKAMURA et al., 2003), sendo que animais zebuínos tem maior percentual de colágeno na carne e animais mais velhos apresentam maior quantidade de colágeno insolúvel quando comparados com animais mais jovens. (LUCHIARI FILHO 2001).

Apesar da maior quantidade de colágeno os animais deste estudo apresentaram menor força de cisalhamento ($3,05 \text{ Kg/cm}^2$) quando comparados aos animais avaliados por TORRESCANO 2002 et.al., ($5,98 \text{ Kg/cm}^2$), evidenciando com isso que não é apenas a quantidade de colágeno que exerce influência sobre a maciez da carne, sendo que fatores como a fragmentação miofibrilar, modo e temperatura de cozimento exercem papel importante sobre esta característica. (KOOHMARAI 2002).

Não houve diferença estatística para o teor de colágeno entre machos e fêmeas, diferindo do preconizado por LUCHIARI FILHO 2001, que descrevem que há uma maior quantidade de colágeno nos machos em relação as fêmeas, evidenciando que esta variável pode ser afetada por diversos fatores principalmente em relação à localização anatômica do músculo. (WESTON et.al., 2002).

Entre os tempos de maturação houve diferença estatística dos 14 dias de maturação com os demais períodos, 0 e 7 dias, sendo que estes não apresentaram diferença entre si vindo de encontro com o que aconteceu com a força de cisalhamento.

O IFM não diferiu entre os grupos genéticos e condição sexual ($P > 0,05$) vindo de encontro com o que ocorreu na força de cisalhamento. Os valores obtidos para força de cisalhamento para todos os grupos genéticos ficou abaixo de 5 Kg/cm^2 que segundo KOOHMARAI 2002 são valores de uma carne macia e CULLER 1978 descreve que valores acima de 60 para IFM indicam uma carne

muito macia, evidenciando que esta variável pode ser utilizada como indicativo de maciez para este músculo, que evidencia a teoria descrita por OLSON et. al., 1976 que o IFM é uma útil ferramenta para predizer a degradação das proteínas musculares que por sua vez tem grande influência sobre a diminuição na força de cisalhamento da carne. Resultados semelhantes foram obtidos por (GIRARD et. al., 2012) que em seus estudos com o mesmo músculo observaram um aumento no IFM a medida que houve um decréscimo na força de cisalhamento.

O IFM foi maior estatisticamente aos 14 dias de maturação quando comparado aos demais tempos de maturação (0 e 7 dias). Este comportamento vai de encontro com teoria abordada por CULLER 1978 que a medida que aumenta o período de armazenamento da carne ocorre uma degradação proteica e uma consequente degradação das miofibrilas. Isto só pode ser observado após 14 dias de maturação semelhante ao que ocorreu com a força de cisalhamento, resultados estes que corroboram com (GIRARD et. al., 2012) em que os autores observaram um aumento no IFM a medida que houve uma diminuição na força de cisalhamento na carne.

Nas tabelas 10 e 11 são apresentadas as médias da porcentagem total de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados e a quantidade de cada ácido separadamente para bovinos cruzados.

Tabela 10 – Médias da porcentagem total de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados para oriundos dos cruzamentos de touros das raças: Bonsmara (BX), Brangus (GX) e Canchim (CX) com vacas Nelore (NE), ½ Nelore X ½ Senepol (SN) e ½ Nelore X ½ Angus (TA); para o músculo *Tríceps brachii*.

	Ácidos graxos saturados (%)	Ácidos graxos monoinsaturados (%)	Ácidos graxos poli-insaturados (%)
BXNE	47,03	44,76	8,17
BXSN	47,22	44,61	8,13
BXTA	46,96	45,00	8,42
GXNE	46,55	45,16	8,28
GXSN	47,39	44,42	8,16
GXTA	47,44	44,37	8,15
CXNE	47,52	44,51	7,95
CXSN	46,98	45,13	7,86
CXTA	46,61	45,22	8,12
P-value	0,4561	0,3278	0,1256

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si para o teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 11 - Médias da composição de ácidos graxos, em porcentagem da gordura do músculo *longíssimus dorsi* oriundos dos cruzamentos de touros das raças: Bonsmara (BX), Brangus (GX) e Canchim (CX) com vacas Nelore (NE), ½ Nelore X ½ Senepol (SN) e ½ Nelore X ½ Angus (TA)

Ac. Graxos(Nomenclatura)	BXNE	BXSN	BXTA	GXNE	GXSN	GXTA	CXNE	CXSN	CXTA	P-value
Cáprico (C10:0)	0,06	0,05	0,08	0,05	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06	0,2213
Láurico (C12:0)	0,07	0,08	0,07	0,06	0,06	0,09	0,08	0,07	0,08	0,4145
Mirístico (C14:0)	3,12b	3,17a	3,22a	3,19a	3,18a	3,09b	3,21a	3,20a	3,11b	0,0001
Miristoleico (C14:1)	0,69b	0,74b	0,70b	0,89a	0,90a	0,61b	0,65b	0,53b	0,92a	<0,0001
Pentadenoico (C15:0)	0,30	0,27	0,29	0,34	0,38	0,32	0,30	0,29	0,31	0,1245
Palmitico (C16:0)	27,32	26,76	27,09	28,12	26,83	27,09	27,81	27,65	27,88	0,4406
Palmitoleico (C16:1)	3,22	3,12	3,06	3,54	3,10	3,41	3,19	3,11	3,03	0,0962
Heptadenoico (C17:0)	0,80	0,83	0,88	0,79	0,81	0,80	0,82	0,86	0,81	0,1904
Estearico (C18:0)	15,12	14,72	15,13	15,29	15,06	14,90	15,02	15,22	14,89	0,0871
Oleico (C18:1 n9c)	40,13	41,22	40,09	40,78	41,20	40,71	40,88	41,07	40,69	0,1295
Cis-Vacênico (C18:1 n7)	1,90	1,88	1,91	1,82	1,95	1,90	1,89	1,91	1,87	0,3481
Linoleico (C18:2 n6c)	2,89	2,71	2,88	2,80	2,92	2,69	2,77	2,70	2,84	0,0840
γ linolênico (C18:3 n6)	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,5134
α linolênico (C18:3 n6)	0,23	0,29	0,31	0,25	0,25	0,28	0,34	0,38	0,27	0,0976
Linoleico conjugado (C18:2 c9, t11)	0,31	0,28	0,35	0,29	0,28	0,33	0,36	0,35	0,29	0,1109
Araquídico (C20:0)	0,09	0,09	0,11	0,10	0,08	0,09	0,08	0,10	0,11	0,8741
Eicoseinoico (C20:1 n9)	0,17	0,15	0,14	0,19	0,15	0,15	0,17	0,18	0,14	0,3871
Eicosadienoico (C20:2)	0,03	0,03	0,05	0,05	0,04	0,02	0,05	0,03	0,04	0,2273
Araquidônico (C20:4 n6)	0,53	0,58	0,61	0,55	0,51	0,52	0,57	0,51	0,50	0,1487
Eicosapentaenoico (C20:5 n3)	0,11	0,13	0,14	0,10	0,11	0,14	0,15	0,12	0,11	0,3902
Docosatetraenoico (C22:4 n6)	0,06	0,09	0,07	0,06	0,08	0,05	0,08	0,06	0,06	0,1236
Nervônico (C24:1 n9)	0,22	0,29	0,21	0,27	0,30	0,27	0,25	0,28	0,22	0,1894
Docosaexaenoico (C22:6 n3)	0,02	0,02	0,03	0,02	0,04	0,03	0,04	0,02	0,04	0,7720

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si para o teste de Tukey a 5% de probabilidade

Não houve diferença significativa entre as concentrações de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados para nenhum dos cruzamentos ($P>0,05$), vindo de encontro com o que aconteceu com o músculo *longíssimus dorsi*. Trabalhos avaliando o perfil de ácidos graxos com este músculo são escassos, contudo podemos ver que é possível se extrapolar os resultados obtidos na avaliação do músculo *longíssimus dorsi*, o mais utilizado para este tipo de análise, pela sua semelhança quanto a composição de ácidos graxos.

5. CONCLUSÕES

- O cruzamento entre touros Canchim e vacas Nelore produziu a carne menos macia dentre os cruzamentos testados.
- A maturação agiu de forma positiva em ambos os músculos na melhoria da maciez da carne, evidenciando ser uma ferramenta eficiente na melhoria da qualidade da carne.
- O músculo *tríceps brachii* apresentou ótimos valores de maciez mesmo sem a maturação, evidenciando que mesmo um músculo menos valorizado comercialmente sendo produzido a partir de animais cruzados jovens e em sistemas de criação intensificados pode atingir ótimos parâmetros qualitativos e com isso agregar maior valor na carcaça.
- Tanto o índice de fragmentação miofibrilar quanto o teor de colágeno apresentaram variações com a maturação que podem indicar uma melhoria na maciez da carne.
- As fêmeas produziram uma carne com maior teor de gordura intramuscular.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAILEY, A. J. The role of collagen in the development of muscle and relationship to eating quality. **Journal of Animal Science**, Bristol, v. 60, n. 6, p.1580-1587, 1985.
- BAYRAKTAROGLU, A. G., & KAHRAMAN, T. Effect of muscle stretching on meat quality of biceps femoris from beef. **Meat Science**, 88, 580–583. 2011.
- BAILEY, A. J., & LIGHT, N. D. Connective tissue in meat and meat, Essex, London, **Elsevier Applied Science Ltda.** 355p., 1989.
- BLIGH G.E & DYER J.W. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology** , v. 37, p. 911-917, 1959.
- CORTE, O. O.; FELÍCIO, P. E.; CIA, G. **Sistematização da avaliação final de bovinos e bubalinos**. Qualidade de carne. Campinas: ITAL . (Boletim Técnico do CTC, n. 3), p. 66-76, 1979.
- CROUSE, J. D.; CALKINS, C. R.; SEIDEMAN, S. C. The effects of rate of change in body weight on tissue development and meat quality of young bulls. **Journal of Animal Science**, V. 63, n. 6, p. 1824-1829, 1986.
- CROSS, H. R.; CARPENTER, Z. L.; SMITH, G. C. Effects of intramuscular collagen and elastin on bovine muscle tenderness. **Journal of Food Science**, Texas, v. 38, p.998-1003, 1973.
- CROSS, H.R.; WEST, R.L.; DUTSON, T.R. Comparisons of methods for measuring sarcomere length in beef *semitendinosus* muscle. **Meat Science**, v.5, p.261-266, 1980.
- CULLER, R.D.; PARRISH JR.; F.C.; SMITH, G.C.; CROSS, H.R. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle. **Journal Food Science**, v. 43, n. 4, p. 1177-1180, 1978.
- CUVELIER, C.; CLINQUART, A.; HOCQUETTE, J.F.; CABARAUX, J.F.; DUFRASNE, I.; ISTASSE, L.; HORNICK, J.L.. Comparison of composition

and quality traits of meat from young finishing bulls from Belgian Blue, Limousin and Aberdeen Angus breeds. **Meat Science** v.74, p.522–531, 2006.

FELÍCIO, P.E. Fatores ante e post-mortem que influenciam na qualidade da carne bovina In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, 4., Piracicaba, 1997. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 79-97, 1997.

FOLCH, J., LESS, M., STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal Biological Chemistry**, v. 226, n.1, p. 497-509. 1957.

I. GIRARD, H.L. BRUCE, J.A. BASARAB, I.L. LARSEN, J.L. AALHUS. Contribution of myofibrillar and connective tissue components to the Warner–Bratzler shear force of cooked beef. **Meat Science**, 92, 775–782, 2012.

GORNALL, A.G.; BARDAWILL, C.J.; DAVID, M.M. Determination of serum protein by means of the biuret reaction. **Journal Biology Chemical**, v. 177, n. 2, p. 751-766, 1949.

HALL, J. B.; HUNT, M. C. Collagen Solubility of A-Maturity Bovine Longissimus Muscle as affected by Nutritional Regimen. **Journal of Animal Science**, Bristol, v. 55, p. 321-328, 1982.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydratation. **Advances in Food Research**. v. 10, n. 2, p. 335-443, 1960.

HERRING, W.O.; MILLER, D.C.; BERTRAND, J.K. et al. Evaluation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonic measures of backfat and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2216-2226, 1994.

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

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

- XU HOU, RONGRONG LIANG, YANWEI MAO, YIMIN ZHANG, LEBAO NIU, RENHUANWANG, CHENGLONG LIU, YUQING LIU, XIN LUO. Effect of suspension method and aging time on meat quality of Chinese fattened cattle *M. Longissimus dorsi*. **Meat Science**, 96,640–645, 2014.
- KING, D. A. et al., Chilling and cooking rate effects on some myofibrillar determinants of tenderness of beef. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 1473-1481, 2003.
- KOOHMARAIE, M., WHIPPLE, G. & CROUSE, J.D. Acceleration of postmortem tenderization in lamb and Brahman cross beef carcasses through infusion of calcium chloride. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 1268-1278, 1990.
- KOOHMARAIE, M. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. **Meat science**, v. 43, n. Suppl., p. 193-201, 1996.
- KOOHMARAIE, M. et al., Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? **Meat Science**, v. 62, p. 345-352, 2002.
- LUCHIARI FILHO, A. Como as fibras de colágeno influenciam na maciez da carne. <http://www.beefpoint.com.br>, 2001.
- LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da Carne Bovina**. 1 ed. – São Paulo, 134p., 2000.
- MAIA, E. L.; RODRIGUES-AMAYA, D. Avaliação de um método simples e econômico para metilação de ácidos graxos de lipídeos de diversas espécies de peixes. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 53, p. 27-35, 1993.
- MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; OLIVEIRA, I.M.; PAULINO, P.V.R.; VALADARES, R.F.D.; DETMANN, E.. Eficiência alimentar de bovinos puros e mestiços recebendo alto ou baixo nível de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, p.1313-1324, 2011
- MONSÓN,F.; SAÑUDO, C.; SURRE, I. Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. **Meat Science**. v. 68. p. 565-602, 2004.

- MCCORMICK, R. J. The Flexibility of the Comportament of Muscle. **Meat Science**, Manhattan, v. 36, p. 79-91, 1994.
- MONSÓN, F.; SAÑUDO, C.; SURRE, I. Influence of cattle breed and ageing time on textural meta quality. **Meat Science**. v. 68. p. 565-602, 2004.
- MUCHENJE, V.; DZAMA, K.; CHIMONYO, M.; STRYDOM, P. E.; RAATS, J. G. Relationship between pre-slaughter stress responsiveness and beef quality in three cattle breeds. **Meat Science**, 81, 653–657, 2009.
- MULLER, L. **Normas para avaliação de carcaça e concurso de carcaça de novilhos**. 2.ed. Santa Maria: UFSM, 1987. 31p.
- NAKAMURA, Y.N.; IWAMOTO, H.; ONO, Y. SHIBA, N.; NISHIMURA, S.; TABATA, S. **Relationship among collagen amount, distribution and architecture in the M. longissimus thoracis and profundus from pigs**. Meat Sci. v.64, p.43-50, 2003.
- OLIVEIRA, L. B; SOARES, G. J. D; ANTUNES, P. L. Solubilidade do Colágeno Durante a Maturação da Carne Bovina. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.4, n.3,p.166-171, 1998.
- OLSON, D. G., PARRISH, F. C. JR, STROMER, M. H. Myofibril fragmentation and shear resistance of three bovine muscles during postmortem storage. *J. Food Sci.*, 41, 1036-41, 1976.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO (FAO/ONU). <http://www.fao.org>. Consultado em 03/11/2014.
- PAULINO, P.V.R., VALADARES FILHO, S.C., DETMANN, E., VALADARES, R.F.D., FONSECA, M.A.,VÉRAS, M.L., OLIVEIRA, D.M. Desempenho produtivo de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais alimentados com dietas contendo dois níveis de oferta de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.6, p.1079-1087, 2008
- PEREIRA, P.M.R.C., PINTO, M.F., ABREU, U.G.P.,LARA, J.A.F., Características de carcaça e qualidade de carne de novilhos superprecoces de três grupos genéticos. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.44, n.11, p.1520-1527, nov. 2009.

- PIKUL, J.; LESZCZYNSKI, D. E.; KUMMEROW, F. A. Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. **Journal of Agricultural of Food Chemistry**, v. 37, p. 1309-1313, 1989.
- POWELL, T. H.; HUNT, M. C.; DIKEMAN, M. E. Enzymatic assay to determine collagen thermal denaturation and solubilization. **Meat Science**, Manhattan, v. 54, p. 307-311, 2000.
- PUGA, D.M.U.; CONTRERAS, C.J.C.; TURNBULL, M. R.. Avaliação do amaciamento de carne bovina de dianteiro (*Triceps brachii*) pelos métodos de maturação, estimulação elétrica, injeção de ácidos e tenderização mecânica. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos** [online]. v.19, n.1, p. 88-96. 1999.
- PURCHAS, R.W. Some experiences with dark-cutting beef in New Zealand. In: AUSTRALIAN WORKSHOP. AUSTRALIAN MEAT AND LIVE-STOCK RESEARCH AND DEVELOPMENT CORPORATION, 1988, Sydney. **Anais...** Sydney, 1988. p.42-51.
- RENAND, G. et al., Relationship between muscle characteristics and meat quality traits of young Charolais bulls. **Meat Science**, v. 59, p. 49-60, 2001.
- RHEE, M., WHEELER, T., SHACKELFORD, S. AND KOOHMARAIE, M. Variation in palatability and biochemical traits within and among eleven beef muscles. **Journal Animal Science**, 82: 534_550, 2004.
- RIBEIRO, F.G.; LEME, P.R.; BULLE, M.L.M.; LIMA, C.G.; SILVA, S.L.; PEREIRA, A.S.C.; LANNA, D.P.D.. Características da Carcaça e Qualidade da Carne de Tourinhos Alimentados com Dietas de Alta Energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.2, p.749-756, 2002.
- ROÇA, R. O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, p. 202, 2000.
- SAS - Statistical Analysis Systems. 1996. **User's Guide**. North Caroline: SAS Institute Inc., 2002.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

- STRAADT, I. K., RASMUSSEN, M., ANDERSEN, H. J., & BERTRAM, H. C. Aging-induced changes in microstructure and water distribution in fresh and cooked pork in relation to water-holding capacity and cooking loss— A combined confocal laser scanning microscopy (CLSM) and low-field nuclear magnetic resonance relaxation study. *Meat Science*, 75, 687–695.
- STOLOWSKI, G., BAIRD, B., MILLER, R., SAVELL, J., SAMS, A., TAYLOR, J., SANDERS, J. AND SMITH, S. Factors influencing the variation in tenderness of seven major beef muscles from three Angus and Brahman breed crosses. **Meat Science** 73:475_483, 2006.
- STRYER, Proteínas do tecido conjuntivo, **Livro de Bioquímica**, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 3.ed., p.213-229, 1992.
- TAYLOR, R. G., GEESINK, G. H., THOMPSON, V. F., KOOHMARAIE, M., & GOLL, D. E. Is Z-disk degradation responsible for post- mortem tenderisation? **Journal of Animal Science**, 73, 1351-1367. 1995
- VIEIRA, L.D.C. Parâmetros qualitativos dos músculos longissimus dorsi e triceps brachii em diferentes períodos de maturação provenientes de bovinos de quarto cruzamentos. **Dissertação de mestrado**. Jaboticabal. 2011
- WHEELER, T.L., CUNDIFF, L.V., KOCH, R.M. et al. 1996. Characterization of biological types of cattle (Cycle IV): carcass traits and longissimus palatability. **Journal of Animal Science** , 74(5):1023-35.
- WHEELER, T. L., CUNDIFF, L. V., SHACKELFORD, S. D., & KOOHMARAIE, M. Characterization of biological types of cattle (Cycle VIII): Carcass, yield, and longissimus palatability traits. **Journal of Animal Science**, 88, 3070–3083, 2010.
- WHEELER, T.L.; SAVELL, J.W.; CROOS, H.R. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 12, p. 4206-4220, 1990.
- WHEELER, T. L., SHACKELFORD, S. D., & KOOHMARAIE, M. Cooking and palatability traits of beef longissimus steaks cooked with a belt grill or an open hearth electric broiler. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 2805–2810, 1998.

WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M.E. Evaluation of attributes that affect longissimus muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos Indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 9, p.2716-2728, 1990.

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