

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

**A EFICIÊNCIA DO SISTEMA SUPERPRECOCE COM BOVINOS DE
DIFERENTES PROPORÇÕES DO GENÓTIPO *Bos indicus***

THALITA OLIVEIRA CUCKI

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

BOTUCATU
Estado de São Paulo
julho 2006

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

**A EFICIÊNCIA DO SISTEMA SUPERPRECOCE COM BOVINOS DE
DIFERENTES PROPORÇÕES DO GENÓTIPO *Bos indicus***

THALITA OLIVEIRA CUCKI

Zootecnista

Orientador: Prof. Dr Luis Arthur Loyola

Chardulo

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

BOTUCATU
Estado de São Paulo
julho 2006

"Se eu pudesse deixar algum presente a você, deixaria aceso o sentimento de amor à vida dos seres humanos. A consciência de aprender tudo o que nos foi ensinado pelo tempo afora. Lembraria os erros que foram cometidos, como sinais para que não mais se repetissem. A capacidade de escolher novos rumos. Deixaria para você, se pudesse, o respeito aquilo que é Indispensável: além do pão, o trabalho e a ação. E, quando tudo mais faltasse, para você eu deixaria, se pudesse, um segredo. O de buscar no interior de si mesmo a resposta para encontrar a saída."

Mahatma Ghandi

À minha família

Dedico essa vitória, assim como todas as de minha vida.

Ao meu marido Sérgio, ofereço

Em sinal do meu amor e eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

- Ao professor Mário De Benni Arrigoni por ter me recebido nesta Instituição como estagiária à seis anos atrás, será sempre um exemplo para mim.
- Ao professor Luis Arthur Loyola Chardulo, pela orientação, confiança e incentivo.
- Ao professor Antônio Carlos Silveira, toda a minha consideração e respeito.
- Ao professor André Mendes Jorge pela amizade e companheirismo.
- Aos amigos Rafa, Paulo Marcelo e Cíntia pela imprescindível colaboração, sugestões e principalmente pelo apoio e incentivo que me fizeram chegar até aqui.
- Aos amigos Van, Tito, Raquel, Splinter, Dri, Gaúcho, Gordo, Miriane, Cris e Biluca pelo convívio na roda de tereré e todos os simples, mas inesquecíveis momentos.
- Aos funcionários e amigos do confinamento Nei, Dê e Boca pelo indispensável auxílio na execução do experimento e principalmente pelos cuidados e carinho.
- A todos os estagiários que passaram pelo confinamento.
- Às todos os colegas de pós – graduação, em especial à Janaína e Daniela pela inestimável ajuda na realização das análises laboratoriais.
- Ao Confinamento de Bovinos Superprecoces, que por alguns anos foi mais minha casa que a própria república, sentirei saudades...
- À todos que de alguma forma participaram deste trabalho.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	1
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	2
<i>Desempenho de bovinos criados no Sistema Superprecoce.....</i>	<i>4</i>
<i>Características de Carcaça.....</i>	<i>6</i>
<i>Utilização da técnica de ultra – som para avaliação de carcaça de animais vivos.....</i>	<i>9</i>
<i>Características de Qualidade da Carne.....</i>	<i>10</i>
<i>Processos Bioquímicos da Maciez.....</i>	<i>17</i>
<i>Metodologias de Avaliação da Maciez.....</i>	<i>24</i>
* <i>Força de Cisalhamento:.....</i>	<i>24</i>
* <i>Determinação da proteólise Miofibrilar.....</i>	<i>25</i>
<i>Influência genética na maciez.....</i>	<i>26</i>
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
CAPÍTULO 2.....	46
DESEMPENHO EM CONFINAMENTO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA DE BOVINOS SUPERPRECOSES COM DIFERENTES PROPORÇÕES DO GENÓTIPO BOS INDICUS	47
<i>INTRODUÇÃO.....</i>	<i>49</i>
<i>MATERIAL E MÉTODOS.....</i>	<i>50</i>
<i>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</i>	<i>54</i>
<i>CONCLUSÕES.....</i>	<i>69</i>
<i>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</i>	<i>70</i>
CAPÍTULO 3.....	76
PARÂMETROS DA QUALIDADE CARNE DE BOVINOS SUPERPRECOSES COM DIFERENTES PROPORÇÕES DO GENÓTIPO BOS INDICUS.....	77
<i>INTRODUÇÃO.....</i>	<i>79</i>
<i>MATERIAL E MÉTODOS.....</i>	<i>80</i>
<i>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</i>	<i>85</i>
<i>CONCLUSÕES.....</i>	<i>92</i>
<i>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</i>	<i>93</i>
CAPÍTULO 4.....	98
IMPLICAÇÕES	99

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Nos últimos anos, a cadeia produtiva da carne no Brasil vem se modificando para atender às exigências do mercado interno que prima por qualidade e às demandas crescentes de exportações. As alianças surgidas entre pecuaristas, frigoríficos e distribuidores, sugerem que as mudanças que ocorrem e que ainda estão por vir, farão com que todos os setores canalizem esforços para produzir carne com qualidade, eficiência e principalmente com baixos custos, para que a liquidez na pecuária de corte estimule a cadeia produtiva, beneficiando todo o segmento, do produtor ao consumidor.

A produção de carne bovina é resultado da utilização de recursos genéticos (raças, linhagens, cruzamentos, sexo dos animais), ambientais (clima, e solo), das práticas de manejo adotadas (regime de criação, nutrição e manejo reprodutivo) e suas interações. Em geral, os sistemas mais eficientes são aqueles que otimizam a utilização desses recursos, levando em consideração a qualidade do produto final (a carne) e preferencialmente todos os parâmetros, em um curto intervalo de tempo, o que propicia um giro de capital e uma escala de produção que viabilizem o sistema (Barbosa, 1998). Na busca por essa maior eficiência de produção, torna-se necessário à obtenção da máxima eficiência biológica dos grupos genéticos com os quais se trabalha, o que ditará o desempenho dos animais, expresso em parâmetros como: ganho de peso diário, consumo de matéria seca, conversão alimentar, frente à qualidade da dieta consumida e a qualidade da carne produzida.

Entre os maiores problemas da indústria de carne bovina, reside a falta de uniformidade em idade de abate dos animais, cobertura de gordura e marmorização da carne, fatores estes que possuem grande influência na maciez e palatabilidade do

produto. Desta maneira, a variação da qualidade da carne bovina decorre da despadronização dos sistemas de produção, da genética do rebanho bovino, bem como da inabilidade em identificar as carcaças que produzam maior quantidade e qualidade de carne (Shackelford et al., 1991).

Consumidores consideram a maciez como um dos atributos mais importante quanto à qualidade da carne, sendo este fato confirmado pela relação existente entre o preço do corte e a maciez que o mesmo apresenta (Koohmaie et al., 2002). Em função disso, a identificação de bovinos que tenham propensão genética para produzir carne de qualidade é de alta prioridade para a indústria da carne, sendo as características da carcaça, bem como fatores determinantes dessa qualidade, influenciados, entre outros, pela genética e maturidade do animal (Miller, 2001).

O rebanho brasileiro é formado basicamente por animais zebuínos – *Bos indicus*, sendo a maioria da raça Nelore, ou animais considerados anelorados. Sabendo-se da existência de diferenças no desempenho, bem como na composição muscular entre *Bos indicus* e *Bos taurus*, e conseqüentemente das diferenças quanto à qualidade da carne, são de suma importância estudos que determinem as relações existentes entre as características de carcaça e carne para os diferentes grupos genéticos, podendo-se assim, contribuir para a elaboração de estratégias que possam melhorar a aceitação da carne em mercados mais exigentes.

A avaliação de parâmetro como o desempenho animal, características de carcaça e carne visam a obtenção de um banco de dados que possibilita prever se uma determinada raça ou grupo genético fornece carne macia, de boa aparência, além de estabelecer quais os procedimentos dispensados à carcaça e à carne, na indústria e

varejo, que são os responsáveis pela obtenção de uma carne de qualidade superior e de maneira eficiente, viabilizando assim, o sistema produtivo.

Desempenho de bovinos criados no Sistema Superprecoce

A exemplo de outras atividades pecuárias, a bovinocultura de corte vem passando por modificações, tanto no aspecto econômico como em relação à competitividade. Esses são alguns dos fatores que exigem do produtor o acompanhamento da situação de mercado em que está inserido, das opções de técnicas de aumento da produtividade e atenção sobre a qualidade do produto final (Ferreira et al., 2006).

Uma das técnicas que visam contemplar essa exigência é o uso do confinamento e de categorias com maior eficiência biológica de produção e terminação, que podem representar redução dos custos de produção, aumento da taxa de desfrute e melhoria na qualidade da carne (Restle e Vaz., 1999).

Assim, em sistemas de produção intensivos de carne a obtenção da máxima eficiência biológica, aliada a rápida deposição do tecido muscular esquelético representam as variáveis capazes de determinar o sucesso na adoção de tecnologias (Williams et al., 1995 e Silveira, 1995). Nesse contexto, o sistema de produção do novilho superprecoce, que visa a exploração da máxima eficiência biológica dos animais e abate dos mesmos em um curto intervalo de tempo (12-13 meses), vem a ser uma alternativa viável. Entende-se por eficiência biológica, o ganho de peso vivo (em gramas) em função da energia consumida (em Mcal) em um determinado período, que será maior, quanto menor for a idade de abate dos animais (Williams et al., 1995).

A eficiência biológica dos bovinos em relação a idade e/ou peso, pode ser melhor esclarecida se verificarmos que aproximadamente 70% da MS ingerida pelo animal são utilizados para atender as exigências de manutenção da vida, somente o restante será utilizada para fins produtivos, e que a exigência de manutenção está relacionada com o tamanho corporal do animal. Pode-se concluir com base nestas afirmações que quanto maior o tamanho corporal do animal, maior serão os gastos com a manutenção, restando menor proporção de nutrientes para ganho de peso e terminação, reduzindo sua eficiência biológica.

Restle e Vaz (2003), visando comparar a eficiência de produção e qualidade do produto final de animais abatidos aos 14 meses (superjovem) e 22 meses (jovem), concluíram que o abate aos 14 meses é um processo biologicamente mais eficiente, além de resultar em produto de melhor qualidade.

Em busca de melhores índices de desempenho de bovinos podem ser utilizadas diversas estratégias que vão desde o uso adequado do potencial genético dos animais com o uso de cruzamentos entre raças especializadas para produção de carne, uma vez que se pode utilizar animais com diferentes velocidades de crescimento, ou taxas de maturação, à técnicas de manejo nutricional, incluindo o controle da ingestão de alimentos, pois por esses parâmetros pode-se determinar se a produção de carne está sendo bioeconomicamente eficiente. (Euclides Filho, 2000).

O cruzamento, além de permitir a exploração do valor híbrido, permite combinar características econômicas expressas em diferentes intensidades nas diferentes raças, pode-se esperar ganhos significativos pela heterose, pois quando se promove o cruzamento de dois animais de raças puras diferentes, o efeito alcançado é a superioridade da cria, em relação à média dos pais Além da heterose, através dos

cruzamentos alcançam-se benefícios pela complementação genética dos pares, minimizando as características indesejáveis dos pais (Padua et al., 2004).

A utilização de bovinos jovens e não castrados também se enquadra como alternativa viável para a produção de carne, dada a atual demanda de mercado por um produto mais magro e saudável (Luchiari, 1998). Entretanto se faz necessário o uso de raças ou cruzamentos que possibilitem uma quantidade mínima de gordura subcutânea visando garantir adequado resfriamento e processamento da carne, além de assegurar qualidade para o consumidor.

Características de Carcaça

As características de carcaça bovina apresentam alta herdabilidade ($h^2=0,70$) o que sugere a seleção de rebanhos para uma maior produção de carcaça de qualidade superior, que atenda as características desejáveis do produto final, a carne (Owens et al., 1993). Desta forma o estudo dos principais fatores responsáveis pela melhor qualidade do produto e a possível identificação de raças e até indivíduos que apresentem uma maior porcentagem de massa muscular e melhor qualidade de carne tem sido o foco de vários estudos (Cundiff et al., 1989, Boleman et al., 1998).

Existem alguns métodos de avaliação visual de carcaças que buscam correlacionar medidas subjetivas de carcaça como conformação, acabamento de gordura, sexo e maturidade fisiológica com as características produtivas e de qualidade. Muitos países classificam as carcaças com base nestes parâmetros e a partir destes, os valores de mercado são determinados.

De acordo com o sistema americano de classificação de carcaças (USDA - Quality Grade, 1989), o grau de deposição de tecido muscular, de gordura subcutânea e intramuscular, são fatores determinantes na qualificação de uma carcaça, com conseqüente comercialização facilitada do produto. Entretanto, em rebanhos com grandes variações de porcentagem de genes *Bos indicus* as classificações de carcaças parecem ter pouca relação com as características de qualidade de carne, especificamente a maciez.

Com o intuito de classificar as carcaças em faixas de qualidade, foi proposto no Brasil e regulamentado pela portaria nº 612 do Ministério da Agricultura, o sistema de Nacional de Tipificação de Carcaças Bovinas (BRASIL, 1989). Esse sistema baseia-se na classificação de bovinos de acordo com cinco parâmetros: sexo, maturidade, conformação, acabamento e peso de carcaça. Para Anjos (1992), a implantação do Sistema de Tipificação de carcaças, permite remunerar diferentemente os produtores, uma vez que a indústria exportaria carnes classificadas. Esta classificação traz benefícios para toda a cadeia produtiva: para o produtor pelo aumento de produtividade e remuneração, para a indústria pela existência de maior disponibilidade de matéria – prima, e finalmente pela melhor qualidade para o mercado consumidor.

No estudo das carcaças assume prioridade a avaliação de parâmetros que mensurados objetiva ou subjetivamente, estejam diretamente relacionados aos aspectos quantitativos e qualitativos da porção comestível das mesmas (Muller, 1987), buscando cada vez mais, aumentar a deposição de proteína utilizando animais com maior propensão para deposição muscular. É necessário para isso um conhecimento profundo do crescimento tecidual do animal, afim de manipula-lo para se obter uma carne adequada às exigências do mercado consumidor (Grant e Helfereich, 1991).

Além das características de produção de carne, uma carcaça deve apresentar quantidade de gordura suficiente para garantir sua preservação e características desejáveis de consumo. Neste sentido a determinação da qualidade de carne produzida aliada a uma adequada terminação de carcaça passa a ter um significado especial na determinação da eficiência biológica de animais, em sistema de ciclo curto de produção de carne, como o modelo superprecoce, conseguindo assim uma padronização do produto comercializado (Alves, 2002).

Estudos apontam que a camada de gordura subcutânea interfere diretamente na velocidade de resfriamento da carcaça, assumindo um comportamento de isolante térmico e interagindo no processo de conversão do músculo em carne (Luchiari, 2000). Em função disso, a gordura de cobertura assume importância inquestionável, uma vez que logo após o abate dos animais as carcaças vão para uma câmara fria de aproximadamente 2°C (Alves, 2002). Quando esse resfriamento ocorre de maneira rápida ocasiona um processo indesejável chamado encurtamento celular (cold shortening) resultantes do resfriamento, que podem, entre outras conseqüências, causar o endurecimento da carne, prejudicando sua qualidade (Pardi, 1993).

A gordura subcutânea apresenta uma relação extremamente positiva com a preservação da carne no post-mortem, como relatado por Watanabe et al., (1993), que observaram uma maior queda do pH da carcaça após o abate, quando esta apresentava de 6 a 8 mm de espessura de gordura no músculo Longissimus dorsi. Com relação à gordura intramuscular Koohmaraie et al., (1994) demonstraram também relação positiva com o sabor da carne.

Sendo assim, carcaças com pouca cobertura de gordura, câmaras de resfriamento com temperatura muito baixa e/ou com alta velocidade de resfriamento são

fatores que aumentam a incidência de encurtamento celular e por conseqüência diminuição da maciez do produto (Alves, 2002).

Utilização da técnica de ultra – som para avaliação de carcaça de animais vivos

A avaliação de carcaças por predição in vivo pode garantir economia do processo produtivo, uma vez que possibilita determinar o grau de terminação e de desenvolvimento muscular dos animais, sem se basear em um abate amostral do lote. Porém estas informações ainda são normalmente determinadas por inspeção visual ou por meio de palpação, sendo sujeita a erros de avaliação (Frost et al., 1997).

Diversas metodologias têm sido desenvolvidas visando a predição da composição corporal dos animais com base na avaliação das carcaças ou na avaliação dos animais vivos, possibilitando a identificação de alterações na composição das carcaças em função da raça, sexo e manejo nutricional entre outros.

A técnica de ultra-sonografia em tempo real vem sendo aplicada como uma alternativa viável para predição in vivo da composição química e qualidade de carcaça de animais. São mensuradas a área do músculo Longissimus dorsi (AOL) e a espessura da camada de gordura subcutânea (EGS) do mesmo músculo, obtidas pelas imagens verificadas no espaço intercostal da 12^a e 13^a costelas. Estas estimativas, quando obtidas por técnicos experientes têm apresentado repetibilidade aceitável, assim como são as correlações destas, com as medidas correspondentes tomadas na carcaça dos animais (Hassen et al., 1999 a). Essa técnica pode então ser utilizada para estimar o crescimento de determinados músculos, auxiliando na predição da composição da carcaça (Bailey et al., 1986) e o rendimento de cortes cárneos comerciais antes do abate (Waldner et al.,

1992), além de estabelecer o escore de condição corporal e definir o estado nutricional dos animais (Busboom et al., 2000).

Características de Qualidade da Carne

O conceito de qualidade encobre diversas realidades, variando segundo as características do setor que o emprega (produtor, transformador, distribuidor ou consumidor final), mas em todos os casos, a definição da qualidade pode incluir considerações como: a adequação de um produto ao uso para o qual foi concebido.

Na cadeia produtiva de carne bovina, para a indústria de transformação, o rendimento é fundamental, já para o distribuidor, importa saber qual o tempo que a carcaça ou a carne se mantêm próprias para consumo. O consumidor, por sua vez, emprega um conceito de qualidade que abrange aspectos que incluem: qualidade nutricional (que envolve teor de proteína, vitaminas, lipídios, dentre outros), qualidade higiênico-sanitária (livre de patógenos) e qualidades sensoriais ou organolépticas.

Consumidores cada vez mais procuram qualidade no produto a ser consumido e as características sensoriais ou organolépticas pelas quais o consumidor costuma avaliar a qualidade da carne são a princípio a cor do músculo e da gordura de cobertura, seguida por aspectos envolvidos no processamento, como a perda de líquidos no descongelamento e na cocção e por fim são avaliadas as características de palatabilidade, odor, suculência e a mais apreciada que é a maciez. Este fato é confirmado pela relação existente entre o preço do corte e a maciez que o mesmo apresenta (Koohmaraie et al., 2002).

Há, basicamente, duas formas de avaliar as características sensoriais e organolépticas da carne bovina: objetiva e subjetivamente, sendo a primeira, mensurada através de equipamentos calibrados ou quantificações químicas e a segunda avaliada a partir de uma equipe de pessoas treinadas para realizar uma análise sensorial. É possível e importante contrapor as informações das duas análises e criar correlações, estabelecendo-se dentro da escala objetiva qual o ponto onde o produto passa a agradar ou ser rejeitado pelo consumidor (Felício 1982).

As características qualitativas da carne são influenciadas pelos mesmos fatores que afetam o rendimento, que segundo Sainz et al (2001) são: idade, genótipo, sexo, uso de anabolizantes, e a alimentação. A inconsistência na maciez da carne consumida tem sido identificada como o maior problema da indústria. Sabe-se que a palatabilidade é influenciada por vários componentes que inclui a maciez, sabor, suculência, no entanto somente a maciez possui variação significativa, duas vezes maior que o sabor e o aroma (Wheeler et al., 1994). Desta forma, reduzir as variações na maciez resultaria em redução da variação da qualidade (Koohmaraie et al., 2002).

Muitos estudos relacionados ao mecanismo biológico responsável pelo processo de amaciamento da carne têm sido realizados, mostrando o efeito da relação entre os fatores: produção (idade, sexo, alimentação, raça), atributos sensoriais (cor, textura, sabor) e características biológicas do tecido muscular (colágeno, fibras, lipídeos, enzimas) (Renand, et al., 2001). A intensificação da velocidade do crescimento muscular, aliada a uma rápida terminação da carcaça tem sido uma maneira eficiente de se obter um produto de melhor qualidade para o atual mercado consumidor de carne. Programas de cruzamentos industriais e a utilização de raças geneticamente superiores têm aumentado a cada ano, visando a produção de novilhos superprecoces, que se

enquadram nessa tendência por produzirem carne de qualidade em um curto intervalo de tempo (Silveira, 1995).

Owens et al., (1993) consideram que dentre os principais fatores que afetam o crescimento destacam-se as inter-relações do tamanho corporal a maturidade e a utilização dos nutrientes para a formação dos tecidos corporais. O crescimento é definido como aumento na massa corpórea, sendo caracterizado por dois processos fisiológicos determinantes no processo de crescimento de massa muscular: hiperplasia (aumento do número de células) e hipertrofia (aumento do tamanho das células).

Desta maneira torna-se evidente a necessidade de estudos a respeito da deposição e composição protéica do músculo esquelético, uma vez que ocorrem grandes variações entre genótipos diferentes e entre indivíduos dentro de raças (Huff-Lonergan et al., 1996 a). Animais de diferentes tamanhos à maturidade apresentam diferentes velocidades de crescimento dos tecidos (Williams et al., 1995) e conseqüentemente diferentes idades de abate (Cundiff et al., 1993), entretanto quando submetidos a sistemas intensivos de produção, apresentam poucas variações de desempenho, características de carcaça e de carne (May, et al., 1992). Cundiff et al. (1993) atribuem este fato as poucas variações encontradas na curva de crescimento corporal.

Nesse sentido, Renand et al., (2001) encontraram que animais com maior taxa de crescimento apresentaram uma tendência em produzir carne mais macia sem que sejam alterados o sabor e a suculência das mesmas. Não obstante, as variações a idade dos animais dentro de um mesmo grupo genético podem influenciar sobremaneira as características de maciez de carne. Tal fato se deve a maior presença quantitativa e qualitativa do tecido conjuntivo nos músculos esqueléticos (Wheeler et al., 2000).

O fator maturidade é comum a todos os sistemas de tipificação de carcaças bovinas, porque há evidências de que a qualidade organoléptica da carne, principalmente a maciez, piora com o avanço da idade, em decorrência de alterações que ocorrem no colágeno intramuscular (Felício, 1996). Estudos têm demonstrado que o avanço na idade fisiológica do animal, que resulta no aumento da maturidade da carcaça, tem efeito prejudicial na palatabilidade, particularmente sobre a maciez. Além disso, tem sido estabelecido que a quantidade de colágeno termolábil no músculo esquelético bovino diminui com a maturidade do animal e que este decréscimo, é responsável pelo endurecimento da carne bovina associada à idade (Goll et al., 1964; Hill, 1996; Herring et al., 1967; Dutson, 1974).

Assim pode-se aferir que a maciez tende a ser maior em animais jovens, diminuindo com a idade, devido ao acúmulo e a manutenção do tecido conjuntivo dos fatores musculares. Entretanto, a suculência e o sabor da carne estão relacionados com a gordura intramuscular – marmorização, a qual aumenta com a idade, com o grau de terminação da carcaça e principalmente com o genótipo do animal (Silveira, 2003).

Além do aumento da dureza com a idade, a cor da carne varia progressivamente do vermelho-cereja brilhante ao vermelho escuro. Com a idade, o pigmento mioglobina que retém o oxigênio no músculo se torna menos eficiente, para compensar isto, níveis elevados de mioglobinas são produzidos, resultando uma carne mais escura e com sabor mais intenso (Miller, 2001). Dessa forma, a maciez tende a ser maior em animais jovens e diminuir com a idade, devido ao acúmulo e à maturação do tecido conjuntivo das fibras musculares. Já dependendo da alimentação fornecida, os bovinos atingem o peso desejável de abate, mais jovens ou mais velhos e quanto mais velhos, além da menor maciez, maior será a concentração de mioglobina nos músculos, portanto mais escura

será a carne. A cor da gordura também é afetada, ficando amarelada, pela a deposição de carotenóides oriundos das forragens (Felício, 1996).

A utilização de animais jovens e não castrados, aliada a uma rápida terminação da carcaça e a um manejo alimentar correto, pode permitir melhoria no crescimento muscular, porcentagem de gordura de cobertura nas carcaças e rendimento de cortes cárneos, bem como uma maior maciez do produto final, sendo uma alternativa viável para a produção de carne, dada a atual demanda do mercado por um produto que além de macio, deve ser mais magro e saudável (Luchiari, 1998). Entretanto, faz-se necessário o uso de raças, ou cruzamentos, e manejo alimentar que possibilite esse nível mínimo de gordura subcutânea ou de cobertura, que é fator que vem se tornando importante indicador de qualidade de carne (Felício, 1997).

A influência do estado nutricional e a taxa de crescimento antes do abate no processo de amaciamento da carne tem sido muito estudado, apesar de ainda ser um assunto com muitos questionamentos (Therkildsen et al., 2002). Os mesmos autores relatam a possibilidade da maciez ser afetada pela taxa de crescimento antes do abate, e esta relação foi estabelecida por um aumento da fragmentação miofibrilar no postmortem, apresentada por animais com maior taxa de crescimento. Crouse et al.1986, afirmaram que diferenças na maciez da carne podem ser esperadas, quando os animais possuem diferenças no ganho de peso durante a terminação, pois o rápido crescimento muscular propicia a formação de colágeno de maior solubilidade.

Entretanto, Wulf et al (1996) afirma que apesar de vários estudos procurarem relacionar a maciez da carne ao desempenho animal (idade de abate e ganho de peso diário) e chegarem à conclusão que havia pouca influência na extensão da atividade proteolítica no postmortem as diferenças em maciez dentro de raças (incluindo *Bos*

indicus) é tão grande quanto aquela entre raças, permitindo vislumbrar-se produção de carne de qualidade em rebanhos com alto grau de sangue zebuino. Os autores ressaltam 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. Boleman et al., (1998) destacou a importância de se iniciar uma série de estudos visando obter produtos de melhor qualidade de carcaça e de carne, destacando, a porcentagem de gordura (subcutânea e intramuscular) na carcaça e maciez.

Fatores de produção e manejo que podem influenciar na qualidade da carne também necessitam ser controlados para assegurar que o animal tenha a oportunidade de expressar seu potencial genético (Roça, 2000). O resfriamento das carcaças após o abate influencia diretamente a maciez, portanto a qualidade da carne, o excesso de frio que as carcaças são submetidas durante as primeiras 24 horas após o abate, podem comprometer diretamente a maciez da carne, uma vez causa mudanças estruturais irreversíveis no músculo. Atualmente, no Brasil, este é um dos principais fatores que, juntamente com genótipo e sistema de criação, prejudica a qualidade da carne brasileira (Roça, 2001).

Diante do relatado, pode-se assegurar que vários fatores estão envolvidos no processo de maciez da carne. Devido à complexidade desses fatores, podemos separá-los em dois grandes grupos: fatores ante-mortem e fatores post-mortem.

Dentre os fatores ante-mortem que comprovadamente atuam sobre a maciez da carne destacam-se raça ou genótipo, alimentação, idade, sexo, aplicação de promotores de crescimento e manejo pré-abate.

Entre os fatores post-mortem, podemos citar aqueles inerentes ao abate industrial como o resfriamento e a conseqüente velocidade de queda de pH muscular, já que a temperatura interfere diretamente nos processos bioquímicos post-mortem e são responsáveis pela transformação de músculos (células vivas) em carne (alimento). O encurtamento das fibras musculares ocorre quando as carcaças são expostas ao frio ainda quentes, ou na fase de pré-rigidez, trazendo em conseqüência o endurecimento da carne.

Em vista disso, a garantia de qualidade somente é possível se todos segmentos da produção que afetam a maciez da carne estiverem controlados (Thompson, 2002). A produção brasileira de carne precisa adequar-se às pretensões de consumidores mais exigentes e da exportação, no que se refere à padronização de cortes, cor, maciez, sabor, suculência, características determinantes na decisão de compra. Pesquisas buscam a resolução do problema quanto à falta de maciez através de estudos dos processos que afetam a maciez da carne e o mais importante, o uso destas informações pela indústria da carne (Koohmaraie et al., 2002).

Processos Bioquímicos da Maciez.

O entendimento da seqüência dos eventos bioquímicos no músculo post mortem é o centro do desenvolvimento das práticas pós abate, designadas para otimizar a qualidade da carne. Para melhor entender o processo de amaciamento se faz necessário o conhecimento da estrutura da fibra muscular, que é a unidade fundamental do músculo.

Cada fibra apresenta-se envolvida por tecido conjuntivo denominado *endomísio*. As fibras agrupam-se para constituir os feixes musculares, também envolvidos por um tecido conjuntivo denominado *perimísio*. O músculo, constituído por agrupamento de feixes, é envolvido pelo *epimísio*, também de tecido conjuntivo. Portanto, na constituição do músculo estão intimamente associadas às fibras musculares e o tecido conjuntivo (Roça, 2000). A fibra que compõe o músculo esquelético é constituída por miofibrilas, cuja unidade estrutural é o sarcômero. Este sistema miofibrilar é composto por diversas proteínas, onde ocorrem as alterações que conduzem ao amaciamento pós-abate.

O músculo consiste então, de três frações de proteínas: as miofibrilares, as do tecido conjuntivo e proteínas sarcoplasmáticas. As proteínas miofibrilares representam a maior fração de proteínas do músculo esquelético, e o estado em que se encontram explica a maioria das variações encontradas no músculo Longissimus dorsi, considerado de grande importância econômica (Koohmaraie et al., 2002).

As proteínas miofibrilares têm papel importante na estrutura e no metabolismo da fibra muscular (Delgado, 2001) e são objetos de pesquisa na área de ciência da carne, devido a sua possível implicação no processo de amaciamento. Têm como função,

manter a integridade da estrutura das miofibrilas e a degradação destas proteínas leva a quebra das miofibrilas e a maciez da carne (Koomararaie, et al.,2002). Esses fragmentos de proteína podem atuar como marcadores potenciais para predizer a maciez, uma vez que cerca de 80% da variação encontrada na maciez da carne está correlacionada com o enfraquecimento da estrutura miofibrilar (Koohmaraie, 1992). No passado, acreditava-se que o processo de amaciamento da carne estava correlacionado com a quebra do colágeno, principal proteína do tecido conjuntivo (Fernandes, 1997).

O sarcômero (unidade contrátil do músculo) é a distância entre duas linhas transversais e escuras, denominadas linhas Z, sendo seu comprimento, a quantidade de tecido conjuntivo e a proteólise miofibrilar, explicam boa parte das variações observadas quanto a maciez, no entanto, a relativa contribuição de cada componente para maciez é dependente do músculo avaliado (Koohmaraie et al., 2002). Exemplo disto é que a proteólise é o principal causador da maciez para o músculo Longissimus dorsi, diferentemente do músculo psoas major cujo principal fator de maciez é o comprimento do sarcômero.

Distribuídos dentro do sarcômero estão os filamentos grossos e filamentos finos (Fernandes, 1997). O principal componente dos filamentos grossos é a miosina, além de outras proteínas como a C, M, I e F. Já, o principal componente dos filamentos finos é a actina, além de tropomiosina, troponina e actinina. Nas linhas Z estão localizadas outras proteínas como desmina, filamina, vimetina e sinemina. A nebulina é encontrada na região da banda I e a titina está distribuída ao longo dos filamentos grossos e finos (Fernandes, 1997).

Após a morte, vários fenômenos enzimáticos ocorrem na estrutura miofibrilar ocasionando inicialmente endurecimento e posteriormente amaciamento da carne

(Lepetit et al., 1986). O amaciamento é devido a alterações dos componentes fibrosos do músculo. Ocorre disjunção e provavelmente dissolução do material da linha Z, ocasionando enfraquecimento das interligações miofibrilares (Davey & Giibert, 1969.).

Considera-se carne o músculo que tenha passado pelo rigor mortis, processo que tem início por volta de nove a dez horas após o abate atingindo um máximo de 20 a 24 horas. O processo de rigor foi relatado por Bendall (1973) consistindo de um período lento e outro rápido. Com a morte e, por conseqüência, com a falência sangüínea, o aporte de oxigênio e o controle nervoso deixam de chegar à musculatura. Para o período lento, os níveis de ATP são constantes, a creatina fosfato cai rapidamente, enquanto há uma lenta produção de lactato e o início do desenvolvimento do rigor. Quando a creatina fosfato cai o suficiente, um rápido declínio de ATP (fase rápida) é iniciado, acompanhado pelo encurtamento do músculo. O processo de encurtamento pode ser explicado pela liberação de íons Ca^{2+} no espaço miofibrilar, com concentrações de ATP elevadas para a contração muscular. Portanto, o músculo passa a utilizar a via anaeróbica, para obter energia para um processo contrátil desorganizado.

Nesse processo há transformação de glicogênio em glicose, e como a glicólise é anaeróbica, gera lactato e verifica-se a queda do pH. Além disso, quando as reservas de ATP estão escassas, há uma elevação da concentração de cálcio, que dispara a ligação entre os filamentos densos de miosina sobre os finos, actina, resultando no encurtamento dos sarcômeros. Quando este processo está completo, momento de esgotamento do ATP, começa a haver ruptura da linha Z e de outras proteínas do citoesqueleto, a estrutura miofibrilar também sofre uma degradação (Mantese, 2002).

Existe ainda uma evidência, do encurtamento do sarcômero, como causa da dureza da carne, com vários trabalhos correlacionando o aumento da dureza da carne

associado à diminuição do comprimento do sarcômero. Acredita-se, ainda, que a dureza causada pelo rigor induzido, ocorre igualmente em toda a extensão da carcaça. Porém, isso não significa, que não exista variação no encurtamento do sarcômero, devido a uma ampla variação de fatores que ocorrem durante o desenvolvimento do rigor, assim, a resolução do *rigor-mortis* é o que constitui o amaciamento da carne.

O processo de amaciamento é iniciado pela atividade das enzimas pertencentes ao sistema denominado calpaínas, que originalmente eram conhecidas por CaF – enzimas fatoradas pelos íons cálcio. O sistema calpaínas constitui-se de duas enzimas, a μ -calpaína que necessita de 5 a 50 μ M de íons cálcio para sua atividade e a *m*-calpaína, que requer 300 a 1000 μ M do mesmo íon para iniciar sua atividade. Estas duas enzimas apresentam a propriedade de autólise, atuam sobre si mesmas em um mecanismo ainda desconhecido, inibindo a degradação excessiva das proteínas (Roça, 2000; Kubota et al., 1993), não atuam diretamente sobre miosina e actina, porém degradam as linhas Z e digerem as proteínas desmina, titina, nebulina, tropomiosina, troponina e proteína C.

A hidrólise da tropomiosina e troponina facilitaria a desestruturação e a liberação dos filamentos finos, resultando nos monômeros de actina, enquanto que a digestão da proteína C em um mecanismo semelhante, desestabilizaria e liberaria os filamentos grossos, resultando nos monômeros de miosina (Kubota et al., 1993). As proteínas titina e nebulina reforçam transversalmente a estrutura miofibrilar, e a ação da μ -calpaína e *m*-calpaína sobre estas enzimas auxiliaria a enfraquecer esta estrutura. Finalmente, a digestão da desmina e das linhas Z, também enfraqueceria a estrutura miofibrilar, que são necessárias para manter juntos os sarcômeros (Roça, 2000; Kubota et al., 1993).

O complexo do sistema calpaínas é constituído também pela presença de calpastatinas que tem propriedade de inibir as calpaínas, prejudicando a maciez da carne. A relação calpastatina/calpaína é um fator importante para se avaliar a maciez da carne (Roça, 2000). Os zebuínos, presumivelmente, possuem uma relação maior do que os taurinos, explicando assim a maior textura na carne zebuína em relação aos taurinos (Kubota et al., 1993).

A prevalência das condições de pH e temperatura regula a taxa de ativação e inativação da calpaína (Dransfield, 1999). O mesmo autor relatou que as atividades das calpaínas poderiam ser seis vezes maiores, seguidas de uma glicólise rápida (pH 5,5 em 2 horas post mortem) quando comparadas com a maior taxa padrão de glicólise (pH 5,5 em 20 horas) abaixo das condições de congelamento. Entretanto, como regra geral de uma rápida glicólise, especialmente a altas temperaturas, há uma rápida autólise, resultando na redução da proteólise. Porém, parece que, outros mecanismos, notavelmente a elevada força iônica no músculo post mortem e o aumento da concentração de íons cálcio no músculo, têm sido indicados, como responsáveis pelo enfraquecimento das proteínas miofibrilares.

O sistema enzimático das calpaínas é então, o responsável pelas mudanças que resultam no amaciamento da carne (Koohmaraie, 1992). Goll (1991) sugere que as calpaínas tenham participação acima de 90% no processo de amaciamento da carne maturada (2^oC). O período de estocagem post-mortem influencia a atividade de proteases cálcio-dependentes e a conseqüente fragmentação miofibrilar, assim como baixos níveis de cálcio livre podem regular a desestruturação da linha Z por calpaínas (Whipple et al., 1990).

A importância de íons cálcio foi sugerida pela primeira vez por Davey & Gilbert (1969), e esse fato é enfatizado por Dransfield (1993), salientando a maior importância de proteases dependentes de pequena concentração de cálcio (μ calpaínas) como principais enzimas envolvidas no amaciamento da carne no período post-mortem, mesmo que as proteases dependentes de altas concentrações de cálcio (m-calpaínas) apresentem menor redução de sua atividade durante estocagem. Provendo condições adequadas para ativar proteases cálcio-dependentes, pode-se aumentar as alterações post-mortem e, conseqüentemente, o processo de amaciamento (Koohmaraie et al., 1988).

As catepsinas são outro grupo de enzimas proteolíticas que degradam a estrutura miofibrilar. As catepsinas B e D degradam a actina e miosina, e as catepsinas B e L degradam o colágeno, porém sua atividade em pH 5,5, é baixa, já que possuem o pH ácido como ótimo para sua atuação (Roça, 2000).

É aceito então, que grande parte do aumento da maciez, se não todo, é oriunda da degradação de determinadas proteínas miofibrilares por proteases endógenas do músculo (Whipple et al., 1990). Dentre essas proteases, as dependentes de cálcio são as mais apontadas como responsáveis por um possível mecanismo de degradação proteolítica de miofibrilas durante a estocagem post-mortem (Goll et al, 1983, Dransfield, 1994).

Sabe-se que as proteínas miofibrilares têm papel importante no amaciamento da carne, no entanto as principais proteínas contráteis, como a actina e a miosina, são pouco degradadas após refrigeração à 4⁰C e as alterações na estrutura das fibras musculares são causadas pela degradação das proteínas citoesqueléticas. Estas proteínas são parte dos costâmeres modulando as miofibrilas com o sarcolema e estabilizam o

arranjo das proteínas miofibrilares no meio intracelular, especialmente na estrutura do disco Z (Kolczak et al., 2003).

O processamento convencional das carcaças bovinas inclui sua refrigeração logo após o abate de modo a atingir temperaturas de 7°C na massa muscular antes da carne poder ser processada à comercialização. Esse resfriamento, embora seja uma exigência estabelecida pelas portarias 304/96 (Brasil, 1996) e 145/98 (Brasil, 1998) para garantir a segurança higiênico – sanitária das carnes, resulta em uma contração excessiva dos sarcômeros (devido ao resfriamento em fase pré-rigor), resultando em uma carne menos macia.

Dessa forma pode-se aferir que o final do rigor mortis é caracterizado pelo amaciamento das massas musculares e resulta de alterações causadas pela degradação da fibra muscular, o inadequado resfriamento das carcaças, antes da instalação do rigor mortis, pode causar encurtamento pelo frio ou cold-shortening. Por isso é de grande importância que alguns processos sejam controlados para que o rigor mortis seja eficiente (a temperatura, além da queda do pH e manutenção entre 5,4 e 5,8 na carcaça), a maciez final será resultante da eficácia com que ocorreu a degradação enzimática para desestruturar as miofibrilas compactadas durante o processo de rigor mortis e diferenças observadas nas taxas de degradação de proteólise postmortem e de amaciamento da carne entre as espécies são aparentemente em decorrência das diferenças nas taxas de degradação de proteínas miofibrilares.

Com o conhecimento dos mecanismos bioquímicos envolvidos no processo de amaciamento, potenciais marcadores de qualidade poderiam ser utilizados e testados para prever a qualidade da carne de diferentes indivíduos (Casserly et al., 2000).

Metodologias de Avaliação da Maciez

Nos últimos anos, várias pesquisas têm sido realizadas, no intuito de desenvolver métodos de mensuração para a avaliação das características de produtos cárneos e a padronização desses métodos são essenciais para a comparação das características em diferentes grupos genéticos e de essencial importância para a indústria e conseqüente aumento do consumo de carne (Koohmaie et al., 1998; Hopkins, et al., 2000).

Métodos rápidos de predição de maciez que possam ser realizados em laboratório dentro na indústria frigorífica tem sido a meta de muitos pesquisadores de carne e seria bastante plausível que estes resultados fossem comparados entre si para que sejam estabelecidas as correlações entre os métodos. Dentre eles, pode-se destacar:

* ***Força de Cisalhamento***: é um dos mais empregados, e que tem alta correlação com a satisfação de painelistas sensoriais e consumidores (Delgado, 2001).

É estabelecido por meio do aparelho WBSF (Warner-Bratzler Shear Force) e associado à classificação de carcaças apresenta alto potencial para predizer a maciez do Longissimus dorsi (Koohmaie et al., 1998).

A técnica é definida como a força necessária para clivar uma seção transversal padronizada de amostra de carne (Davey & Gilbert, 1969) e tem sido relatado por vários autores como medida padrão para predizer a maciez em carnes (Smith et al., 1969), sendo influenciada pela resistência das fibras musculares (Cross et al., 1973).

* ***Determinação da proteólise Miofibrilar***: por meio do Índice de Fragmentação Miofibrilar (MFI ou IFM) (Davey & Gilbert, 1969, Culler et al., 1978), visa obter um índice objetivo para determinação da taxa de degradação de proteínas miofibrilares.

Correlação alta e positiva do MFI com a maciez da carne foi observada por Shackelford et al. (1991) que aponta este método para a verificação do estágio de amaciamento causado pela proteólise enzimática. Entretanto tal método exige que as amostras sejam de tecido muscular fresco (Culler et al., 1978), o que seria muito interessante para a realização de análises rápidas em laboratórios dentro da indústria frigorífica. De acordo com Koohmaraie et al. (1987), mudança no grau de fragmentação, apesar de ser medida de alteração estrutural de miofibrilas naturais, tem correlação significativa com aumento de maciez da carne cozida após estocagem, e está associado com alterações físico-químicas durante a maturação da carne (Davey & Gilbert, 1969).

Para calcular o Índice de Fragmentação Miofibrilar (MFI), são utilizados dois métodos. A primeira técnica descoberta requer homogeneização do músculo e verificação das miofibrilas pela análise macroscópica, e a segunda, atualmente mais utilizada, também requer homogeneização do músculo seguido da determinação total de proteína e medida da turvação das amostras ajustadas para uma concentração comum de proteína (Hopkins, et al., 2000).

O MFI prediz mais de 50% da variação da maciez da carne (Hopkins, et al., 2000), além de ser altamente correlacionado com índices de maciez como Warner-Bratzler Shear Force, já que com o aumento do MFI têm-se as reduções dos valores obtidas pelo Shear Force e “painel sensorial” (Olson, et al., 1976). Para músculos que não são grandes o suficiente para se determinar valores de Shear Force ou análise

sensorial, este índice torna-se bastante utilizado como indicador de maciez da carne (Veiseth et al., 2001).

Influência genética na maciez

Dentre os fatores ante-mortem, a genética é um dos fatores que são normalmente relacionados com a maciez, assim, uma das maneiras de melhorar a maciez da carne é a utilização de animais com genética adequada e direcionada para produção de carne macia, associada a pouca idade ao abate.

Em contrapartida, há uma grande variação na qualidade da carne entre animais da mesma raça, sexo e ambiente natural que ainda não é bem explicada. (Klont et al., 1998), haja visto que todas as raças apresentam indivíduos que não produzem carne macia mesmo quando os procedimentos pré-abate são seguidos de maneira adequada, pois durante a fase de amaciamento (*rigor mortis*) as mudanças sofridas pela carne podem não acontecer da mesma maneira entre os músculos de diferentes carcaças.

Segundo Koohmaraie (2003), aproximadamente 46% das variações na maciez da carne bovina são devido à genética do animal, enquanto que 54% das variações são explicadas pelo efeito de ambiente, em estudo entre raças. Quando a análise é feita dentro de uma mesma raça, a genética do animal explica 30% das variações da maciez, enquanto que 70% são dependentes do efeito do ambiente. Assim, se faz necessário que além do investimento em genética sejam controlados os pontos críticos ligados à produção de carne com atributos de qualidade.

O principal efeito genético na maciez da carne se observa entre os animais *Bos indicus* e *Bos taurus*. Estudos demonstram a redução da maciez e aumento na

variabilidade dessa característica à medida que aumenta a proporção do genótipo *Bos Indicus* cresce (Whipple et al., 1990). Outros autores determinaram uma relação positiva entre a maior porcentagem de genes *Bos indicus* no animal e a falta de maciez da carne maturada (Cundiff et al., 1993, Wheeler et al., 1994) mostrando ainda, que animais que continham menos de 25% de genes *Bos indicus* apresentavam a mesma característica de carne, no postmortem, dos animais *Bos taurus*.

O decréscimo da maciez associado com raças *Bos indicus* parece estar altamente correlacionado com a atividade da calpastatina nas 24hs pós-morte (Shackelford et al., 1991). Wheller et al., (1990) descreveram que animais *Bos indicus* tem níveis baixos de μ calpaína e níveis mais elevados de calpastatina, o que mostra essa possível redução na maciez.

Historicamente, a carne dos zebuínos é identificada como “dura” por esses animais serem criados a pasto e abatidos mais velhos, se comparados com as raças precoces de bovinos americanos ou europeus. A associação de características de animais zebuínos criados extensivamente e com idade elevada de abate, termina por favorecer a produção de carcaças com pouca gordura de cobertura e com dianteiros mais desenvolvidos e proporcionalmente mais pesados que os traseiros, o que resulta menor rendimento em cortes nobres, além de favorecer alterações qualitativas como carne mais escura e dura e marmorização ausente ou escassa.

Justifica-se assim, essa menor maciez pela correlação entre a idade de abate e o aumento do número de ligações cruzadas termoestáveis do colágeno dos músculos - o que tende à torna-los mais duros – e ainda à menor deposição de gordura nas carcaças e a não apresentar gordura intramuscular (marmorização) o que favorece o resfriamento

mais rápido das massas musculares, provocando o encurtamento dos sarcômeros e o conseqüente endurecimento da carne.

Mas é importante considerar que o gado zebuíno compõe a base do rebanho de corte, em média com 70 % do rebanho nacional, sendo a maioria da raça Nelore. (Rubensam & Monteiro, 2000). Dessa forma, torna-se indiscutível a importância desse grupo genético para pecuária brasileira e embora os zebuínos sejam os animais que melhor se adaptam às condições tropicais, começaram a ceder espaço e passaram a compor um genótipo com as raças taurinas, com intuito do aproveitamento da heterose que podem estar relacionados não só ao aspecto produtivo (ganho de peso, peso de carcaça, fertilidade, precocidade, etc.), mas também ao aspecto qualitativo da carcaça (como melhor acabamento, marmorização, e maciez), possibilitando agregar-se valor ao produto para atender determinados nichos de mercados, ou padronização de sistemas (O'Conor et al., 1997). É importante ressaltar também, que a exigência de manutenção e por conseqüência exigência de produção de animais cruzados, pela ação da heterose, também é superior, quando comparada a exigência de animais zebuínos.

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

Sabendo-se da existência de diferenças quanto à composição muscular, conseqüentemente da qualidade da carne de animais de raças européias e seus cruzamentos, é de suma importância que sejam determinadas as relações existentes entre

as características de carcaça e carne para os diferentes grupos genéticos, podendo estas contribuir para a elaboração de protocolos de certificação e de predição de qualidade do produto cárneo. Diante dessas considerações, foi preconizado que com modificações no sistema de produção, visando obter carcaças com maior acabamento (maior cobertura de gordura) e oriundas de animais mais jovens, resolver-se-ia a maioria dos problemas de maciez de carne bovina. Iniciou-se assim, uma série de investigação do efeito do genótipo de zebuínos (*Bos indicus*) na maciez da carne, quando proviam ou não de animais jovens, apresentando ou não boa cobertura de gordura e submetidos ao resfriamento em condições ideais (Crouse et al. 1989).

Thompson (1998) ao avaliar banco de dados do MAS (Meat Australia Standart) observou que em condições comerciais a % de *Bos indicus* nos cruzamentos apresentavam grande efeito na palatabilidade da carne. Carcaças oriundas de animais com 75% ou mais do genótipo zebuíno apresentaram baixa palatabilidade em 63% dos casos de acordo com testes com consumidores, enquanto que em animais com menos de 25% desse genótipo apenas 11% das carcaças foram reprovadas no teste.

Ao estudar as características de maciez de diferentes raças, Barkhouse et al., (1996) relataram que animais *Bos taurus* (Hereford, Angus e Pinzgauer) apresentaram melhores resultados que as raças *Bos indicus* (Brahman e Sahiwal) quanto à força de cisalhamento. Pringe et al., (1997) observaram aumento linear na força de cisalhamento aos 5 e 14 dias postmortem com o aumento da porcentagem (variando de 0 a 100%) de Brahman no cruzamento. Entretanto, somente os animais puros Brahman apresentaram valores significativamente superiores quanto à força de cisalhamento e inferiores quanto à maciez sensorial. Birdner et al., (2002) relaciona a redução da maciez na carne com alta porcentagem Brahman nos cruzamentos.

Crouse et al (1989) estudou as características qualitativas da carne de 422 bovinos de cruzamentos de taurinos com zebuínos. As raças taurinas usadas eram Hereford ou Angus, e as zebuínas Brahman e Sahiwal, sendo que os animais cruzados apresentavam diferentes proporções do genótipo *Bos indicus*: *Bos taurus* (0:100, 25:75, 50:50 e 75:25). Os animais foram submetidos ao mesmo manejo nutricional e abatidos com idades aproximadas (12-15 meses) e com acabamento semelhantes. As carcaças foram avaliadas através da força de cisalhamento e de painel sensorial feito por técnicos treinados. Os autores observaram que à medida que aumentava o grau de sangue zebuíno nos animais, havia aumento na força de cisalhamento ($P < 0,01$) e redução nas notas dos painéis de degustação. Tendências de decréscimo no peso de carcaça e no grau de marmoreio também foram observados com o aumento de sangue *Bos indicus*.

Restle et al. (1999) realizaram trabalho semelhante aos de Crouse, et al. (1989) e Johnson et al (1990), porém os animais eram cruzamentos de Hereford e Nelore. De maneira semelhante aos trabalhos anteriores, os autores relatam efeitos negativos nos parâmetros de maciez e palatabilidade da carne com o aumento de sangue zebuíno.

Jonhson et al. (1990) ao trabalhar com cruzamentos de Angus e Brahman, também observaram redução na maciez e aumento da força de cisalhamento na carne dos animais com maior grau de sangue zebuíno. Neste trabalho foi avaliado o efeito do tempo de maturação na força de cisalhamento, onde a carne de animais com 0 ou 25% de Brahman apresentaram-se superiores a carne de animais com 50% ou mais de sangue zebuíno. A carne de animais com 75% de sangue zebuíno, após 10 dias de maturação, apresentou força de cisalhamento semelhante ao da carne de animais Angus que não foi submetida à maturação. Como justificativa, destaca-se que a maturação, tecnologia baseada no aumento do tempo de conservação pós-mortem em condições controladas,

possibilita melhora significativa na maciez. Tal procedimento pode ser vantajoso do ponto de vista qualitativo, principalmente quando se trata de animais com alto grau de sangue zebuíno.

Crouse et al. (1989) sugeriu que a principal causa da diferença na maciez ocorresse devido a menor fragmentação miofibrilar, quantificada pelo Índice de fragmentação miofibrilar (MFI) e por existir maior quantidade de tecidos conjuntivos em animais zebuínos que taurinos. Whipple et al (1990) e Wheeler et al. (1990) demonstraram que outro fator estaria relacionado às diferenças entre a maciez da carne de *Bos taurus* e *Bos indicus*. Estes autores 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 pós-mortem. Foi observada estreita relação entre este inibidor com a menor maciez da carne.

Pringle et al (1996) avaliou os efeitos de 5 ou 10 dias de maturação na maciez e atividades de calpaína e calpastatina na carne de carcaça de animais com 0 a 100% de sangue Brahman. Os resultados mostraram que no maior grau de sangue zebuíno houve redução da atividade de μ -calpaína, e aumento da calpastatina. Segundo os autores o aumento da relação calpastatina: calpaína foi significativamente correlacionado com a redução da maciez e aumento da força de cisalhamento.

Cundiff (1993) sugeriu que a seleção para genótipos ou cruzamentos de *Bos indicus* com baixa atividade de calpastatina seria importante para melhorar a maciez de carnes zebuínas. Shackelford et al (1994) observaram que a herdabilidade dos níveis de calpastatina é alta ($h = 0,65$) e que a correlação genética entre nível de calpastatina e força de cisalhamento é de 50%, indicando que a seleção genética contra altos níveis de calpastatina poderia resultar em melhoria de maciez.

O' Connor et al (1997) avaliaram o efeito da avaliação genética sobre a marmorização, atividade da calpastatina 24 horas após o abate e maciez da carne. Foi observado que os animais 3/8 *Bos indicus* (obtidos a partir das raças Braford, Red Brangus e Simbrah) apresentavam diferenças significativas em marmoreio e atividade de calpastatina, porém não em maciez comparados com animais *Bos taurus*, embora fossem similares em marmoreio, os taurinos apresentavam atividade de calpastatina mais baixa. Os autores concluíram que a redução da maciez constitui um sério problema em mestiços que possuem 50% ou mais de sangue zebu, e que nos cruzamentos utilizando taurinos os produtos não devem possuir a maciez mais de 25% de sangue zebu, para que a maciez não seja afetada, embora cruzamentos tipo 5/8 taurino e 3/8 zebu sejam aceitáveis, desde que a raça taurina presente tenha alto potencial genético para maciez e marmoreio. À medida que a proporção de sangue zebu diminui, a maciez, o marmoreio e os demais atributos sensoriais tendem a aumentar e a força de cisalhamento a diminuir.

Pringle et al. (1999) também relataram que a atividade da calpastatina era mais elevada ($P < 0,05$) nos músculos de zebuínos puros do que nos animais mestiços ou taurinos e que novas tecnologias, como injeção de cálcio, não alterava essa situação. Pode-se concluir que as diferenças na maciez da carne fresca de *Bos taurus* e *Bos indicus* e de seus cruzamentos são devido a vários fatores como acabamento, grau de marmoreio, quantidade e tipo de tecido conjuntivo presente, porém, o mais importante fator para as diferenças na maciez final da carne, está ligado à degradação enzimática das proteínas miofibrilares.

Identificar os mecanismos que regulam o crescimento e da definição da qualidade da carne de animais zebuínos para que haja possibilidade de intervenção no

processo de amaciamento de carne com qualidade desejada é necessário, já que estes animais compõem a base do rebanho de corte brasileiro, e não poderia ser diferente devido a sua adaptação as condições do Brasil.

Face à importância da compreensão de que a produção de carne bovina de qualidade precisa estar ligada ao sistema produtivo como um todo para viabilizar um sistema lucrativo e que seja atrativo diante das necessidades mercadológicas, a presente pesquisa foi realizada com bovinos de diferentes grupos genéticos, sendo estes portadores de diferentes graus de sangue zebuino produzidos no modelo biológico superprecoce. Neste modelo, os animais são abatidos com 12 a 13 meses de idade e com peso e acabamento de carcaça exigidos pelo mercado frigorífico. Entre estas exigências está a cobertura mínima de gordura na carcaça e carne de alta qualidade, com maciez, suculência e marmoreio.

Assim, este trabalho objetiva avaliar a qualidade de carne de bovinos de diferentes graus de sangue *Bos indicus* criados no sistema superprecoce, pela análise química e mensurações da maciez utilizando a força de cisalhamento, e índice de fragmentação miofibrilar (MFI) e suas correlações, bem como desempenho dos animais durante a fase de confinamento e respectivas características de carcaça.

O capítulo 2, denominado **DESEMPENHO EM CONFINAMENTO, E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE BOVINOS SUPERPRECOSES COM DIFERENTES PROPORÇÕES DO GENÓTIPO *BOS INDICUS*** apresenta-se de acordo com as normas para publicação na revista **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do grau de sangue zebuino no desempenho

animal em confinamento, mensuração do crescimento animal, bem como as características de carcaça ao abate dos bovinos criados no sistema superprecoce.

O capítulo 3, denominado **PARÂMETROS DA QUALIDADE CARNE DE BOVINOS SUPERPRECOSES COM DIFERENTES PROPORÇÕES DO GENÓTIPO *BOS INDICUS*** está de acordo com as normas para publicação na revista **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Este trabalho teve o objetivo de avaliar os efeitos do grau de sangue zebuíno nas características químicas (lipídios) e mensurar a maciez da carne in natura pelo método analítico Shear Force e químico –estrutural Índice de Fragmentação Miofibrilar dos bovinos produzidos no modelo biológico superprecoce.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJOS, J.B. Tipificação de carcaças. **Higiene Alimentar**,v.6, n.24, p-15-17,1992.

AUSMEAT LIMITED, 1999-2001 – Protocolo obtido na internet, Ausmeat, site: www.ausmeat.com.au.2002. 12:15h, 05/05/2002.

BARBOSA, P. F. Raças e cruzamentos para produção de novilhos precoces. In: Encontro Nacional dos Confinados e 5º Encontro Estadual do Novilho Precoce, 1998. Anais do Encontro Nacional dos Confinadores e 5º Encontro Estadual do Novilho Precoce. Campinas: Fundação Cargill, p.21 – 36, 1998.

BAILEY, C; JENSEN, J.;BECH ANDERSEN, B. Ultrasonic scanning and body measurements for predicting composition and muscle distribution in young Holstein x Friesian bulls. **Journal of Animal Science**, v.63; p. 1337-1346, 1986.

BARKHOUSE, K. L.; VAN VLECK, L. D.; CUNDIFF, L.V. et al. Prediction of breeding values for tenderness of market animal for measurement on bulls. **Journal of Animal Science**, v.74; p. 2612-2621, 1996.

BIDNER,T.D.; WYATT, W.E.; HUMES, P.E. et al. Influence of Brahman derivate breeds and Angus on carcass traits physical composition, and palatability. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 2126-2133, 2002.

BOLEMAN, S. L., BOLEMAN, S. J., MORGAN, W. W., HALE, D. S., GRIFFIN , D. B., SAVELL, J. W., AMES, R. P., SMITH, M. T., TATUM, J. D., FIELD, T. G., SMITH, G. C., GARDNER, B. A., MORGAN, J. B., NORTHCUTT, S. L., DOLEZAL, H. G., GILL, D. R., RAY, F. K. National beef quality audit-1995: Survey of producer-related defects and carcass quality and quantity attributes. **J. Anim. Sci.** 76:96. 1998.

BRASIL, Portaria n.612, de 5 de outubro de 1989. Sistema Nacional de Tipificação de carcaças bovinas. Ministério da Agricultura, Brasília, 1989. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/das/dipoa/portaria_612.htm> Acesso em: agosto de 2005.

BUSBOOM, J. A; BRETHOUR, J.R.; ELIAS-CALLES, A. GASKINS,C. T; DUCKETT, S. K. **Using ultrasound for prediction feeding and marketing of cattle.** [http:// www.ansci.wsu.edu/wagyu/wagsymp/articles97/busboom.htm](http://www.ansci.wsu.edu/wagyu/wagsymp/articles97/busboom.htm), (10/07/2004).

CASSERLY, U.; MOONEY, M. T.; TROY, D. Standardisation and application of a semi-quantitative SDS-PAGE method for measurement of myofibrillar protein fragments in bovine Longissimus muscle. **Food Chemistry**, v.69; p. 379-385, 2000.

CROSS, H.R.; CARPENTER, Z.L.; SMITH, G.C. Effects of intramuscular collagen and elastin on bovine muscle tenderness. *Journal of Food Science*, v. 38, n. 6, p. 998-1003, 1973.

CROUSE, J. D.; CUNDIFF, L. V., KOCH, R. M., KOOHMARAIE, M., SEIDEMAN, C. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. *Journal of Animal Science*, v. 67. p.2661-2668. 1989.

CULLER, R. D., PARRISH, Jr., F. C.; SMITH, G. C. e CROSS, H. R. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical physical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle. **J .Food Sci.** 43:1177. 1978.

CUNDIFF, L. V., GREGORY, K. E., KOCH, R. M. Growth and carcass characteristics of diverse breeds cattle used for beef production. In: **Proc. 22nd Annu. Conf. Am. Soc. of Bovine Practitioners.** Kansas City, MO.1989.

- CUNDIFF, L. V., KOCH, R. M., GREGORY, K. E., CROUSE J. D., DIKEMAN, M. E. Characteristics of diverse breeds in Cycle IV of the cattle germoplasm evaluation program. **Beef Research-Progress Report**. No. 4, 71:63. 1993.
- DAVEY, C. L. and GILBERT, K. V.. Studies in meat tenderness. 7 . Changes in the fine structure of meat aging. **J. Food. Sci.** 34: 69. 1969.
- DELGADO, E.F. Fatores bioquímicos que afetam a maciez da carne. In: 1º Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes. São Pedro, 2001. Anais... São Pedro, 2001CTC/ITAL, 2001, p.143-159.
- DRANSFIELD, E. Meat tenderness- The calpain hypothesis. Proc. 45thInternational Congress of Meat Science and Technology, Yokohama, Japan, p.220, 1999.
- DRANSFIELD, E. Modelling post-mortem tenderisation-V: inactivation of calpains. **Meat Science** 37:391. 1994b.
- DUTSON, T. R. Connective tissue, **Proc. Meat Ind. Res. Conf.** 26:99. 1974.
- EUCLIDES FILHO, K.; FIGUEREDO, G.R.; EUCLIDES, V.P.B.et al.Eficiência bionutricional de animais Nelore e seus mestiços com Caracu, Angus e Simental. **In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37. 2000, Viçosa, MG. Anais...** Viçosa Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000.p.219.
- FELÍCIO, P.E. Carcass composition and quality traits of zebu steers slaughtered in the state of São Paulo Brazil. Kansas-USA, 1982. 217 p. Tese (Doutorado) - Kansas StateUniversity,USA.
- FELÍCIO, P. E. Produção e qualidade de carne bovina. **Revista Nacional da Carne**, n. 232, p. 52 - 59, junho, 1996.

- FELÍCIO, P. E. Fatores ante e *post mortem* que influenciam na qualidade da carne bovina. In: PRODUÇÃO DO NOVILHO DE CORTE . Anais do 4º Simpósio sobre Pecuária de Corte. Piracicaba: FEALQ, 1997. P.79-97.
- FERNANDES, J. R. A maturação da carne bovina. In: SEMINÁRIO E WORKSHOP “PRESERVAÇÃO E ACONDICIONAMENTO DE CARNE BOVINA *IN NATURA*”, 1997, Campinas. Campinas: ITAL, 1997. p. 47 - 55.
- FERREIRA, J.J., BRONDANI, I.L., LEITE. D.T., RESTLE, J., FILHO, D.C.A., MISSIO, R.L., HECK, I., SEGABINAZZI, L.R. Características da Carcaça de tourinhos Charolês e mestiços Charolês x Nelore terminados em confinamento. **Ciência Rural**, **Santa Maria**, v.36, n.1, p.191-196, jan-fev, 2006.
- FROST, A, R.; SCHOFIELD, C.P.; BEAULAH, S. A; MOTTRAM, T. T.; LINES, J. A.; WATHES, C. M. A review of livestock and monitoring and the need for integrated systems. **Computers and Eletronics in Agriculture**, v. 17, p. 139-159, 1997..
- GOLL, E. E., R. W. BRAY and W. G. HOEKSTRA. Age-associated changes in bovine muscle connective tissue. 3. Rate of solubilization at 100°C. **J. Food Sci.** 29:622.1964.
- GOLL, D.E.; OTSUKA, Y.; NAGAINIS, P.A.; SHANNON, J.D.; SATHE, S.K.; MUGURUMA, M. Role of muscle proteinases in maintenance of muscle integrity and mass. **Journal of Food Biochemistry** v. 7, p. 137-177, 1983.
- GOLL, D.E.; DAYTON, W.R.; SINGHI, I. et al. Studies of the actinin/actin interaction in the Z-disz by using calpain. **Journal of Biological Chemistry** . p. 8501 1991.
- GRANT, A. L.; HELFERICH, W.G. An overview of growth. Growth Regulation in Farm Animals. *Advances in Meat Research*. vol. 7. London: Elsevier Science Publications LTD, 1991. p. 1-15.

- HASSEN, A; WILSON, D.E.; ROUSE, G. H. Evaluation of carcass, live, and realtime ultrasound measures in feedlot cattle: I. Assessment of sex and breed effects. **J. Anim. Sci.**, v.77, p. 273-282, 1999.
- HERRING, H. K., CASSENS R. G. and BRISKEY,E. J.. Factors affecting collagen solubility in bovine muscles. **J. Food Sci.** 32:534.1967.
- HOPKINS, D.L.; LITTLEFIELD,P.J.;THOMPSON, J.M.A. A research not on factors affecting the determination of myofibrillar fragmentation. **Meat Science**; 56:19-22.2000.
- HILL, F. The solubility of intramuscular collagen in meat animals of various ages. **J. Food Sci.** 31:161.1996.
- HUFF-LONERGAN, E., MITSUHASHI, T., BEEKMAN, D.D., PARRISH, JR., F.C., OLSON, D.G., ROBSON, R.M. Proteolysis of specific muscle structural proteins by μ -calpain at low pH and temperature is similar to degradation in postmortem bovine muscle. **J. Anim. Sci.** 74:993. 1996b.
- HUFF-LONERGAN, E., MITSUHASHI, T., PARRISH, JR., F. C., ROBSON, R. M. Sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis and western blotting comparisons of purified myofibrils and whole muscle preparations for evaluating titin and nebulin in postmortem bovine muscle. **J. Anim. Sci.** 74:779. 1996a.
- JOHNSON, D. D., Huffman, R. D., Willians, S. E., Hargrove, D. D. effects of percentage Brahaman and angus breeding, age-season of feeding and slaughter end point on meat palatability and muscle characteristics. *Journal of Animal Science*, v. 68. p.1980-1986. 1990.
- KLONT, R. E., BROCKS, L., EIKELENBOOM,G. 1998. Muscle fibre type and meat quality. **Meat Science**; 49:219-229.

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

KOOHMARAIE, M.; BABIKER, A.S.; SCHROEDER, A.L.; MERKEL, R.A.; DUTSON, T.R. Acceleration of postmortem tenderization in ovine carcasses through activation of Ca²⁺-dependent proteases. **J. Food Sci.**, v. 53, n. 6, p. 1638-1641, 1988b.

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

KOOHMARAIE, M.; et al. Understanding and Managing Variation in Meat Tenderness. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40. 2003, Santa Maria. **Anais...**Santa Maria: UFSM , 2003. 1 CD-ROOM.

KOOHMARAIE, M. Muscle proteinases and meat aging. **Meat Science**. V. 36, p. 93, 1994.

KOOHMARAIE, M. WHEELER, T.L.; SHACKLEFORD, S.D. Effect of prerigor freezing and post-rigor calcium chloride injection on the tenderness of callipyge longissimus. **Journal of Animal Science**, v. 76, p.1427-1432, 1998

KOOHMARAIE, M.; SEIDMAN, S.C.; SHOLLMAYER, J.F.; DUTSON, T.R.; CROUSE, J.D. Effect of Post-mortem Storage on Ca²⁺-dependent Proteases, their Inhibitor and Miofibril Fragmentation. **Meat Science**, Barking, v. 19, p. 187-196, 1987.

KUBOTA, E.H., OLIVO, R., SHIMOKOMAKI, M. Maturação da carne um processo enzimático. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, p.12-15, 1999.

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

LAEMMLI. U.K. Cleavage of structural protein during the assembly of the head of bacteriophage T4. **Nature**. 227:680. 1970.

LUCHIARI FILHO. Perspectivas da bovinocultura de corte no Brasil.In:*SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE*,1998, Campinas. **Anais...**Campinas: CBNA, 1998.p.1-10.

LUCHIARI FILHO. Pecuária da Carne Bovina. São Paulo, p.134, 2000.

MARSH, B.B. The nature of tenderness. Proceedings of Reciprocal Meat Conference, v.30, p.64-47, 1977.

MAY, S. G.; MIES, W.L.; EDWARDS, J. W.; et al. Beef carcass composition of slaughter cattle differing in frame size, muscle score, and external fatness. **Journal of Animal Science**. V. 70, p. 2431, 1992.

MILLER, R. K. Avaliação Instrumental da Qualidade da Carne. **Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes**. In: Carne: Qualidade e Segurança para os consumidores do Novo Milênio, 26:470. 2001.

O'CONNOR, S.F. et al. Genetic effects on beef tenderness in *Bos indicus* composite and *Bos taurus* cattle. **J. Food Sci**. 75:1822-1830, 1997.

OLSON, D. G., PARRISH, Jr., and STROMER, M. H. Myofibril fragmentation and shear resistance of three bovine muscles during postmortem storage. **J. Food Sci**. 41:1036.

OWENS, F. N., DUBESKI, P., HANSON, C. F. Factor that alter the growth and development of ruminants. **J. Anim. Sci**. 71:3138. 1993.

- PADUA, J.T; MAGNABOSCO, C.U; SAINZ, R.D; MIYAGI, E.S; PRADO, C.S; RESTLE, J. RESENDE, L.S. Genótipo e condição sexual no desempenho e nas características de carcaça de bovinos de corte superjovens **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.33, n.6, p.2330-2342,2004.
- PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. Ciência, higiene e tecnologia da carne. 2ª edição. Goiânia: UFG, v.1, p.475-485, 2001.
- PRINGLE, T. D.; WILLIAMS, S. E.; JOHNSON, D. D., WEST, R. I. The role of the calpain proteinase system in aged tenderness of Angus and Brahman crossbred steers. www.ads.uga.edu/annrpt/1996/96_039.htm. 1996.
- PRINGLE, T. D.; WILLIAMS, S. E.; LAMB, B. S.; JOHNSON, D. D.; WEST, R. L. Carcass characteristics, the calpain proteinase system, and aged tenderness of Angus and Brahman crossbred steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 2955-2961, 1997.
- RENAND, G. et al. Relationship between muscle characteristics and meat quality traits: of young Charolais bulls. **Meat Science**. France: v. 59, 2001. p.49-60.
- RESTLE, J., VAZ, F. N. Confinamento de bovinos definidos e cruzados. In: LOBATO, J.F.P. et al. (Eds). **Produção de bovinos de corte**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1999. p.141-168.
- RESTLE, J., VAZ, F. N. Eficiência e qualidade na produção de carne bovina. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...**Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003.
- ROÇA, R. O. Abate humanitário de bovinos, **Revista de Educação Continuada CRMV- SP**, v. 4, n. 2, p.73 - 85, 2001.

- ROÇA, R. O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, FCA, UNESP, 2000. 201p.
- RUBENSAM, J.M.; MONTEIRO, E.M. 2000. Maciez e atividade da calpastatina em carne bovina. Documentos CPPSul/EMBRAPA; 28:53.
- SAINZ, D.; ARAÚJO, F. R. C. Tipificação de Carcaças de bovinos e suínos, **1º Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes**. In: Carne: Qualidade e Segurança para os consumidores do Novo Milênio, 26:470. 2001.
- SHACKELFORD, S.D., KOOHMARAIE, M., MILLER, M.F., CROUSE, J.D., REAGAN, J.O. An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. **J. Anim. Sci.** 69:171. 1991.
- SHERBECK, J.A.; TATUM, J.D.; FIELD, T.G.; MORGAN, J.B.L SMITH, G.C. Effect of phenotypic expression of Brahman breeding on marbling and tenderness traits. **J. Anim. Sci.**, v.74, p.304-309, 1996.
- SILVEIRA, A. C. Sistema de Produção de Novilhos Precoces. In: **Encontro Nacional sobre Produção de Novilhos Precoces**. Programas e Palestras. CATI, Campinas, SP, 1995. 56p.
- SMITH, G.C.; CARPENTER, L.; KING, T. Considerations for beef tenderness evaluations. *J. Food. Sci.*, v.34, p.612-618, 1969.
- THERKILDSEN, M.; LARSEN, L. M.; BANG, H. G., et al. Effect of growth rate on tenderness development and final tenderness of meat from Friesian calves. **Journal of Animal Science** v. 74, p. 253-264, 2002.
- THOMPSON, J.M. (1998). Grading - The Meat Standards Australia (MSA) Experience. Armidale Feeder Steer School. February 1998, Armidale .
- THOMPSON, J.M. Managing meat tenderness. **Meat Science**, v.62, p. 295-308. 2002.

USDA. **Official United States Standards for Grades of Carcass Beef**. Washington, DC: MAS-USDA. 1989.

VAZ, F. N.; RESTLE, J. 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.

VEISETH, E., SHACKELFORD, S. D., WHEELER, T. L., and KOOHMARAIE, M. Technical Note: Comparison of myofibril fragmentation index from fresh and frozen pork and lamb longissimus. **J. Anim. Sci.** 79:904. 2001.

WALDNER, D. N.; DIKEMAN, M. E.; SCHALLES, R. R.; OLSON, W. G.; HOUGHTON, P.L; UNRUH, J. A.; CORAH, L.R. Validation of real-time ultrasound technology for predicting fat thickness, longissimus muscle areas, and composition of Brangus bulls from 4 months to 2 years of age. **J. Anim. Sci.** V. 70, p. 3044-3054,1992.

WATANABE, A., SATO, H., TSUNEISHI, E., MATSUMOTO, M. Effects of fattening on postmortem pH of beef muscles. **Meat Sci.** 35:269. 1993.

WHEELER, T.L.; MILLER, R.K.; SAVELL, J.W.; CROSS, H.R. Palatability of chilled and frozen beef steaks. *J. Food. Sci.*, v.55, p.301-304, 1990.

WHEELER, T. L. CUNDIFF, L. V. and KOCH, R. M. Effect of marbling degree on beef palatability in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **J. Anim. Sci.** 72:3145. 1994.

WHEELER, T. L., SHACKELFORD, S. D., KOOHMARAIE, M. Variation in proteolysis, sarcomere length, collagen content, and tenderness among major pork muscles. **J. Anim. Sci.** 78:958. 2000.

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

WILLIAMS, C.B.; BENNETT, G.L.; KEELE, J.W. Application of a computer model to predict optimum slaughter end points for different biological types of feeder cattle. **J. Anim. Sci.** 73:2903,1995.

WULF, D. M.; TATUM, J. D.; GREEN, R. D.; MORGAN, J. B.; GOLDEN, B.L. e SMITH, G.C. 1996. Genetic influences on beef longissimus palatability in Charolais and Limousin sired steers and heifers. **J. Anim. Sci.** 74: 2394- 24.

**DESEMPENHO EM CONFINAMENTO E CARACTERÍSTICAS DE
CARÇA DE BOVINOS SUPERPRECOSES COM DIFERENTES
PROPORÇÕES DO GENÓTIPO BOS INDICUS**

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da proporção de sangue zebuíno no desempenho animal em confinamento, mensuração do crescimento animal, bem como as características de carcaça ao abate de bovinos jovens. Foram utilizados 96 novilhos não castrados, sendo, 24 da raça Nelore (N), 24 three cross Angus x Nelore x Brahman (TBH), 24 da raça Brangus (BG) e 24 three cross Angus x Nelore x Pardo – Suíço (TPS). Maior peso ao abate foi apresentado pelo grupo TPS ($<0,01$), seguidos pelos grupos BG e TBH, assim como maior ganho de peso médio diário, não diferindo do grupo BG. O grupo N apresentou menor ganho de peso médio diário e pior conversão alimentar ($<0,01$), entretanto apresentaram o maior peso de carcaça quente, juntamente com os grupos TPS e TBH, mesmo não diferindo dos outros três grupos quanto ao rendimento de carcaça.

Palavras chave: bovinos jovens, desempenho, crescimento, rendimento de carcaça.

**FEEDLOT PERFORMANCE AND CARCASS TRAITS OF SUPERPRECOCE
CATTLE WITH DIFFERENT PROPORTIONS OF *BOS INDICUS* GENOTYPE**

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the effects of different proportions of *Bos indicus* genotype on the feedlot performance, animal growth and carcass traits. There were used 96 bull calves, being 24 Nelore (N), 24 Angus x Nelore x Brahman (TBH) threecrosses, 24 Brangus (BG) e 24 Angus x Nelore x Brown Swiss (TPS) threecrosses. The TPS cross showed higher slaughter weight (<0.01) followed by the BG and TBH groups. The groups TPS and BG had higher average daily gain. The N group had lower average daily gain and worst feed conversion rate (<0.01). However, it had, with the TPS and TBH groups, higher hot carcass weights. The carcass yield did not differ among the treatments.

Key words: young bulls, performance, growth, carcass yield

INTRODUÇÃO

A produção de bovinos de corte no Brasil sempre foi vista pela maioria dos pecuaristas como atividade de pouco investimento tecnológico com baixos custos de produção e ocupação de grandes extensões de terras, caracterizando o primeiro sistema de exploração de bovinos, que por várias décadas, foi predominantemente o extensivo a pasto. Porém, os resultados produtivos avaliados por índices zootécnicos, revelaram valores inferiores aos obtidos por outros países tradicionalmente produtores de carne, principalmente quanto à idade de abate e produção de carne por área.

Em vista disso, iniciaram-se propostas buscando a melhoria dos índices produtivos dos animais com predominância de alta porcentagem de sangue zebuíno, com emprego tecnológico para tornar eficiente e lucrativa a atividade pecuária. A adoção de sistemas intensivos visando aumentos expressivos na produção envolve fatores tais como o potencial genético dos animais associados a estratégias de alimentação que supram suas exigências para a máxima produção.

Em geral, os sistemas mais eficientes são aqueles que otimizam a utilização desses recursos, levando em consideração à qualidade do produto final, a carne e preferencialmente todos os parâmetros descritos, em um curto intervalo de tempo, o que propicia um giro de capital e uma escala de produção que viabilizem o sistema (Barbosa, 1998).

Como resposta à eficiência de um sistema de produção, busca-se a máxima eficiência biológica dos grupos genéticos com os quais se trabalha, o que ditará o desempenho dos animais, expresso em parâmetros como: ganho de peso diário (GPD), consumo de matéria seca (CMS), conversão alimentar (CA), frente a qualidade da dieta consumida e a qualidade da carne produzida.

O sistema superprecoce, que preconiza o abate de animais jovens, alia a produção de carne de qualidade, com uma logística organizada, uma vez que propicia giro de capital mais rápido e diferencial de preço que viabilizam os custos de produção. Por acompanhar as fases de auto-aceleração do crescimento animal, com redução na idade de abate e aumento da eficiência produtiva, este sistema enquadra-se como um modelo viável de estudo e de produção de carne.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da proporção do genótipo *Bos indicus* no desempenho animal em confinamento, mensuração do crescimento animal, bem como as características de carcaça ao abate dos animais criados no sistema superprecoce.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de confinamento de bovinos Superprecoces do Departamento de Melhoramento genético e Nutrição animal da FMVZ – Unesp, campus de Botucatu. O confinamento possui cobertura de eternit para um maior controle de fatores ambientais e é interligado a um curral de manejo. As baias são divididas por cordoalhas, com piso suspenso de estrados pré-moldados de concreto, o que facilita o escoamento dos dejetos. Cada uma possui um bebedouro de 30 litros em nível e cocho concretado.

O período experimental teve início em julho de 2003 e término em fevereiro de 2004 e foram utilizados para o estudo 96 novilhos não castrados, sendo, 24 da raça Nelore, 24 three cross Angus x Nelore x Brahman, 24 da raça Brangus e 24 three cross Angus x Nelore x Pardo – Suíço, como mostra a tabela 1.

Tabela. 1 -Tratamentos experimentais em relação ao grau de sangue zebuíno e número de animais correspondentes.

TRATAMENTO (GRUPO GENÉTICO)	GRAU DE SANGUE ZEBUÍNO	NÚMERO DE ANIMAIS
Nelore	4/4	24
TRC – Brahman	3/4	24
Brangus	3/8	24
TRC - Pardo Suíço	1/4	24

Todos os animais experimentais foram alimentados no sistema de creep – feeding até a desmama e confinados após esse período até o abate. Chegando ao confinamento, foram identificados e submetidos a controle sanitário (contra endo e ectoparasitas), então divididos por grupo genético ao acaso e alojados em baias de 30m² com capacidade para 6 animais, totalizando 4 baias por tratamento.

Os novilhos passaram por um período de adaptação de aproximadamente 30 dias às instalações e a dieta com relação volumoso:concentrado decrescente (evitando assim quaisquer distúrbios metabólicos), quando então foram pesados, peso este considerado o peso vivo inicial (PVI).

Para o estabelecimento das exigências e formulação da dieta foi utilizado o programa do Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS), versão 5.0.26. A alimentação no confinamento foi *ad libitum* em forma de mistura total (volumoso + concentrado + núcleo mineral) oferecida em dois tratos diários as 8:00 e as 15:00 horas. As quantidades oferecidas eram reguladas diariamente à sobra de 10% em relação à

matéria original, sendo as sobras retiradas diariamente e descontadas da quantidade ofertada.

A tabela 2 mostra a composição média das dietas experimentais, de acordo com a relação volumoso:concentrado e fase de confinamento.

Tabela 2- Composição percentual dos ingredientes e das dietas experimentais, de acordo com a relação volumoso:concentrado.

Ingrediente (% da MS)	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Relação Volumoso: Concentrado			
	30 : 70	25 : 75	20 : 80
<i>Silagem milho</i>	28,57	24,54	19,99
<i>Feno de coast-cross</i>	13,12	11,27	10,20
<i>Silagem de grão úmido de milho</i>	38,07	44,7	49,96
<i>Polpa cítrica</i>	7,96	8,05	8,19
<i>* COM</i>	9,63	8,77	8,94
<i>Caroço de algodão</i>	2,65	2,68	2,73
<i>PB</i>	15,3	14,8	14,9
<i>NDT</i>	74,0	76,0	77,0
<i>FDN</i>	31,0	28,3	26,1

* *Composição do Concentrado Protéico Mineral: Farelo de algodão (43,56 % MS), Farelo de soja (43,56 % MS), Uréia (2,92% MS), Calcário (13,62 % MS), Mineral** (10,70 % MS), Rumensin (0,02 % MS).*

** *Composição da mistura mineral por quilograma do produto: 75g P, 126g Ca, 160g Na, 240g Cl, 20g S, 15mg Mg, 4000mg Zn, 1800mg Cu, 1500mg Fe, 1400 mg Mn, 150mg Co, 120mg I, 15mg Se, 750 mg F, 50mg palatabilizante.*

As análises bromatológicas foram efetuadas no laboratório de Bromatologia do Departamento de Melhoramento Genético e Nutrição Animal da FMVZ-Unesp, Botucatu (Tabela 4). Semanalmente, foram coletadas amostras da dieta total para análise de matéria seca (MS) e quinzenalmente análise bromatológica para determinação da MS, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), fibra em

detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), determinações essas feitas de acordo com as normas da A.O.A.C. (1995), FDN e FDA de acordo com Van Soest (1991).

Tabela 4. Composição bromatológica média da dieta experimental (% da MS)

INGREDIENTE	MS	PB	EE	MM	FB	FDN	FDA	ENN
<i>Feno de coast-cross</i>	80,8	4,8	2,1	3,4	-	74,2	42,9	-
<i>Silagem de milho</i>	31,1	4,7	3,9	3,8	26,9	59,3	32,7	63,5
<i>Grão úmido de milho</i>	74,0	9,0	6,9	0,9	2,9	12,2	3,72	80,2
<i>Caroço de algodão</i>	91,2	22,1	17,2	-	24,8	47,8	37,9	-
<i>Polpa cítrica</i>	86,5	7,3	-	7,5	-	25,75	-	25,96
<i>*CPM</i>	92,0	41,2	1,72	34,1	-	11,3	9,62	-
<i>Dieta total</i>	58,0	15,4	4,73	4,74	18,6	36,8	22,4	56,4

* Concentrado Protéico Mineral

Para avaliação do desempenho, foram realizadas pesagens à cada 28 dias, após jejum alimentar prévio de 16 horas para cálculos do ganho de peso médio diário (GPMD). O consumo de matéria seca (CMS) foi avaliado dentro de cada tratamento, subdividido em 4 baias com 6 animais cada, por meio das pesagens do alimento fornecido diariamente, descontando-se as sobras e fazendo posteriormente a média do consumo utilizando a baia como unidade experimental. O consumo e a conversão alimentar (CA) eram mensurados pelo consumo de matéria seca (CMS), avaliando-se também o consumo de matéria seca em relação ao peso vivo (CMS % PV).

O monitoramento in vivo do crescimento animal foi feito segundo metodologia proposta por Perkins et al., 1992, utilizando para esse fim a unidade de ultrassonografia veterinária “PIE MEDICAL”- Scanner 200 modelo 51B04UM02 para verificar o

desenvolvimento do tecido adiposo (EGS, expresso em mm) bem como a deposição do tecido muscular pela área do músculo *Longíssimus dorsi* (AOL, expressa em cm²), medidas estas tomadas na secção entre a 12^a e 13^a costelas, utilizando óleo vegetal como acoplante acústico. Esse procedimento foi efetuado no início e ao final do período experimental.

O critério de abate utilizado foi a EGS (5mm) e PVF (mínimo de 450 kg), assim com o término do período de confinamento os animais foram abatidos em frigorífico comercial. No momento do abate foram analisados: o peso da carcaça quente, rendimento de carcaça (calculado pela relação entre o peso da carcaça quente e o peso vivo final obtido no confinamento, antes do embarque ao frigorífico) expresso em porcentagem e @.

O experimento caracterizou-se em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, correspondendo aos quatro grupos genéticos. A análise dos dados obtidos das diversas variáveis foi realizada pelo procedimento GLM (*General Linear Model*) do Sistema de Análise Estatística (SAS, 1994). Utilizou-se o Teste de Tukey para comparação das médias entre as causas de variação, adotando-se nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 5 são apresentados o peso inicial, final e ganho de peso médio diário para os grupos genéticos em confinamento.

Tabela 5 - Valores médios dos pesos vivos iniciais (PVI), peso vivo final (PVF), ganho de peso médio diário (GPMD), além dos dias de confinamento (DC).

Parâmetros	Nelore	TRC-Brahman	Brangus	TRC-Pardo	CV*	P<F
PVI	245,5 ^c	305,04 ^a	278,08 ^b	290,91 ^{ab}	8,0	<0,01
PVF	449,96 ^b	459,54 ^{ab}	460,58 ^{ab}	467,78 ^a	4,6	<0,01
GPMD	1,11 ^c	1,28 ^b	1,52 ^a	1,47 ^a	12,6	<0,01
DC	184	120	120	120		

Médias seguidas por letras minúsculas iguais, na mesma linha, não diferiram entre si pelo teste Tukey.

** CV: coeficiente de variação.*

Pôde-se observar maiores pesos vivos iniciais para os grupos TRC - Brahman e Pardo, seguidos pelos grupos Brangus e apresentando peso inferior, o grupo Nelore. O peso vivo inicial dos animais foi provavelmente influenciado pela condição de manejo das propriedades de origem, já que com exceção dos grupos TRC Brahman e Pardo, os outros grupos eram provenientes de diferentes localidades.

A análise estatística dos grupos genéticos permitiu verificar maior peso vivo ao abate (PVF) dos animais TRC- Pardo, seguidos pelos animais Brangus (mesmo estes iniciando o confinamento com peso vivo inferior aos animais TRC- Brahman) e TRC- Brahman. Pôde -se denotar a maior eficiência apresentada pelos animais com maior proporção de sangue taurino, dada à necessidade de um crescimento rápido e conseqüente abate superprecoce, confirmado pelo menor tempo de permanência em confinamento, quando comparado aos animais Nelore, que apresentaram menor PVI e PVF.

Avaliando cruzamentos da raça Brahman com genótipos de raças continentais e britânicas, Bidner, et al. (2002), constataram os maiores pesos ao abate de animais com predominância de genes de raças continentais sobre genótipos de raças britânicas.

Experimentos no Brasil também demonstram a superioridade de raças continentais como é o caso do grupo Pardo Suíço, que constitui a raça terminal do grupo TRC – Pardo, quanto ao peso de abate em produtos mestiços oriundos tanto de raças britânicas como zebuínas (Vaz et al., 2003).

Observou-se também a redução do ganho de peso à medida que aumenta a proporção de sangue zebuíno, assim o GPMD apresentado pelos animais da raça Nelore foram os mais baixos observados no experimento, sendo maior para o grupo composto Brangus ($5/8$ Angus + $3/8$ Brahman), seguida pelo grupo TRC – Pardo com $3/4$ de sangue taurino, não havendo diferença significativa entre esses dois grupos. Assim como no presente trabalho, Leme et al.(2000), avaliando o desempenho de animais da raça Nelore, $1/2$ Aberdeen Angus x Nelore e $1/4$ Simental x $3/4$ Nelore, encontraram valores inferiores de ganho de peso para os animais puramente zebuínos (1,07; 1,17 ;1,11; kg/dia, respectivamente).

Em pesquisa desenvolvida por Cruz et al (1995), também foi observado desempenho inferior de animais Nelore, comparando-se a outros grupamentos genéticos em condições similares de confinamento, com ganhos próximos aos encontrados no presente estudo, entretanto não encontrou diferença significativa para os outros tratamentos ($1/2$ Blonde d'Aquitane + $1/2$ Nelore, $1/2$ Canchim + $1/2$ Nelore e $1/2$ Piemontês + $1/2$ Nelore, com ganhos de 1,47; 1,52; e 1,55, respectivamente).

A figura 1 apresentam o ganho de peso médio diário (GPMD) de cada período experimental, confirmando comportamento semelhante para os grupos genéticos a cada período e a superioridade apresentada pelos animais com maior proporção de sangue taurino, durante todo o experimenta.

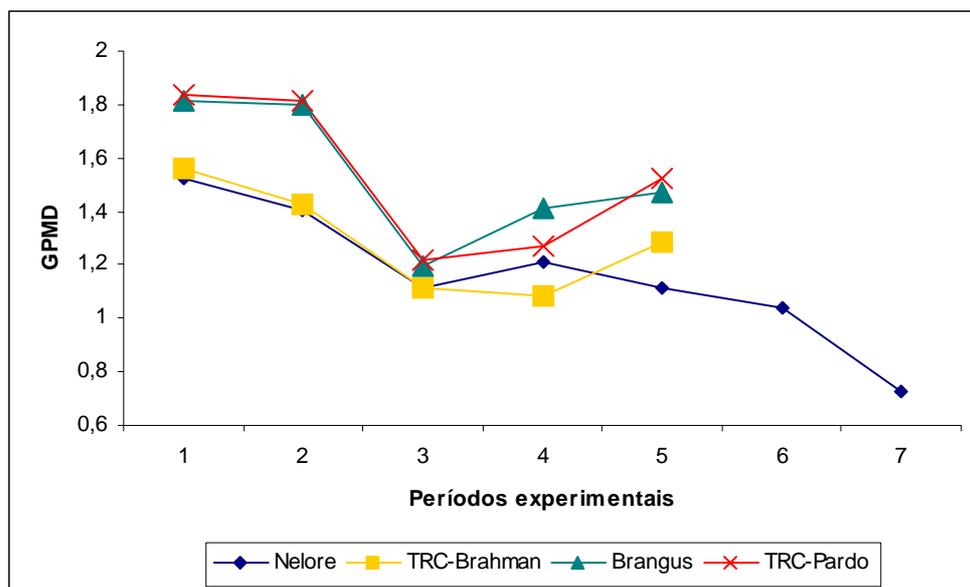


Figura 1- Ganho de peso apresentado pelos grupos genéticos nos diferentes períodos experimentais.

Em trabalho semelhante, utilizando novilhos superprecoces, alimentados com mesma dieta, Arrigoni et al.(2004) não observou diferenças significativas entre os ganhos de peso de animais mestiços Angus x Nelore, Canchim x Nelore e Simental x Nelore, mesmo estes apresentando taxas de crescimento diferentes. Restle et al (2000), também não verificaram diferenças significativas para os ganhos de peso, consumo de matéria seca e conversão alimentar de animais Nelore e Canchim, assim como seus mestiços (0,83; 1,23 e 1,14 respectivamente).

Esses resultados denotam a habilidade de um sistema intensivo de produção de carne em padronizar as características de desempenho de animais de diferentes grupos genéticos e com diferentes taxas de crescimento.

Restle et al (2000), verificaram que animais F1 foram superiores à média dos puros quanto ao GPMD, superioridade esta, também relatada por Galvão (1991) e Euclides Filho et al (1997), comparando o ganho de peso de mestiços oriundos do

cruzamento de reprodutores de raças européias continentais com fêmeas Nelores, frente a animais Nelore puros.

Com base na tabela 7 e figura 2, pode-se constatar consumo de matéria seca em kg (CMS) e consumo de matéria seca em relação ao peso vivo (CMS (%PV)) maiores para os grupos Brangus e TRC-Pardo, seguidos pelos animais Nelore e com menores valores o grupo TRC-Brahman, entretanto maior valor de conversão alimentar (CA) e com isso menor eficiência apresentada pelo Nelore, sendo os demais grupos estatisticamente semelhantes e mais eficientes. Pôde-se aferir que mesmo com menor consumo de MS o grupo apresentando $\frac{3}{4}$ de sangue zebuíno, obteve um melhor desempenho, quando comparado aos animais puramente zebuínos.

Já Restle et al (2000), não encontraram diferença significativa entre os ganhos de peso, consumo de matéria seca e conversão alimentar de entre novilhos inteiros confinados da raça Nelore, Charolês e seus mestiços.

Tabela 6- Valores médios de consumo de matéria seca (CMS), consumo de matéria seca em relação ao peso vivo (CMSPV) e conversão alimentar (CA) do período experimental e seus respectivos desvios padrão.

Parâmetros	Nelore	TRC-Brahman	Brangus	TRC-Pardo	CV	P<F
CMS (kg)	7,46ab	6,98b	8,14a	8,11a	4,8	<0,01
CMS (% PV)	2,15a	1,82b	2,21a	2,14a	3,5	<0,01
CA	6,71a	5,43b	5,35b	5,54b	5,4	<0,01

Médias seguidas por letras minúsculas iguais, na mesma linha, não diferiram entre si pelo teste Tukey.

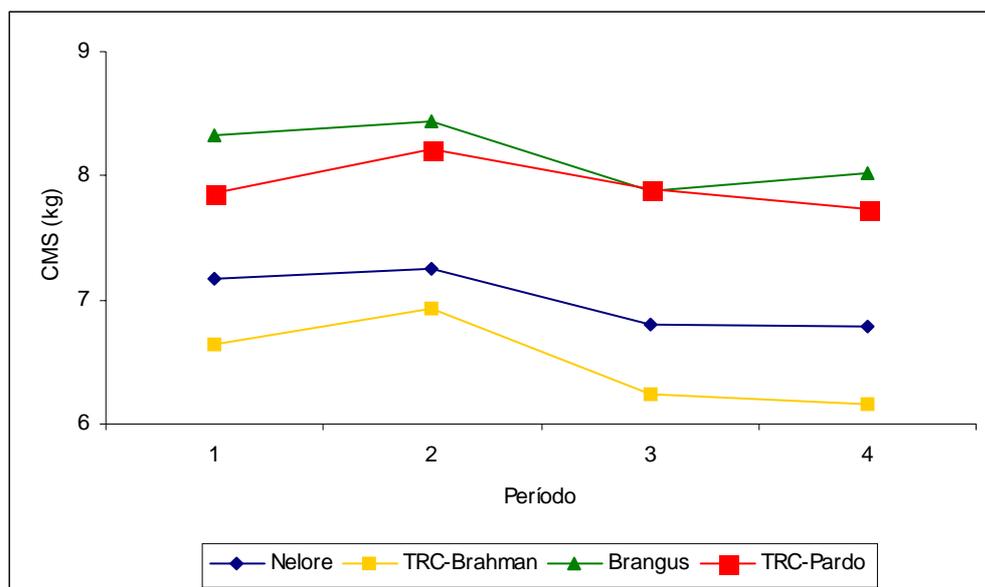


Figura 2 - Consumo de MS (kg) apresentado pelos grupos genéticos estudados.

Euclides Filho et al.(2003), não encontraram diferenças significativas entre os ganhos de peso diário de animais TRC – Angus X Nelore x Brahman e Nelore, criados no sistema superprecoce (1,33 e 1,30 respectivamente), mas como na presente pesquisa observaram menor CMS (kg), mas também menor CA para os animais TRC – Angus X Nelore x Brahman, comparando-os com o Nelore (6,08 kg e 7,61 kg para o CMS e 4,67 e 5,92 para CA, respectivamente).

Anteriormente, maior consumo de alimentos por animais cruzados em relação aos puros foi citado por Koger (1973), trabalhando com animais Shorthorn e Brahman puros e cruzados em confinamento.

O consumo de matéria seca mais elevado em diferentes grupos genéticos de *Bos taurus* frente ao Nelore também foi descrito por Vaz (1999). Segundo o autor, o maior consumo de alimentos verificado pelas raças européias frente ao Nelore é o reflexo da intensa seleção para ganho de peso, já que incrementos para ganho de peso implicam em maior consumo de alimentos.

Entretanto, para Mertens (1992), o consumo de alimentos é regulado não só pela seleção, mas por vários fatores referentes ao animal (peso vivo, nível de produção, estado fisiológico entre outros), ao alimento (quantidade de fibra, demanda energética, etc) e às condições de alimentação (disponibilidade de alimento, frequência de alimentação, tempo de acesso ao alimento). Além do exposto, fatores ambientais aos quais o animal está exposto também podem afetar o consumo (NRC, 1996).

Nas condições do presente trabalho pode-se afirmar que as diferenças no consumo de alimentos foram em decorrência de fatores referentes aos animais, uma vez que foram controlados os fatores ambientais e o manejo alimentar oferecido foi o mesmo para os quatro grupos avaliados.

Silveira (2003), considera que à medida que os animais avançam na idade e no peso corporal, a CA piora acentuadamente, portanto, animais explorados na fase pré-confinamento com maiores pesos ao desmame são mais eficientes, com engorda mais econômica, como demonstrado em trabalhos com animais superprecoces de vários grupos genéticos, em que a conversão alimentar média do início até 90 dias de confinamento foi de 5:1 e nos últimos 60 dias passou a 6,5:1. Esses valores apresentam-se similares aos encontrados no presente trabalho, principalmente para os animais do grupo Nelore que permaneceram mais tempo em confinamento que os demais.

Contrariamente ao observado em relação ao ganho de peso, o genótipo *Bos indicus* não influenciou de maneira negativa o peso das carcaças e seus rendimentos, como observado na tabela 8.

Apesar de os animais do grupo Nelore apresentarem os menores pesos ao abate, obtiveram os maiores pesos de carcaça quente (252.48 kg e 16.83 @), seguido pelos grupos de TRC – Pardo e Brahman, além de tenderem a maiores rendimentos de carcaça, mesmo não diferindo estatisticamente dos outros grupos genéticos.

Tabela 7- Valores médios dos pesos de carcaça quente (PCQ), rendimento de carcaça (%) e (@) e respectivos desvios padrão.

Parâmetros	Nelore	TRC-Brahman	Brangus	TRC-Pardo	CV	P<F
PVF	449,96 ^b	459,54 ^{ab}	460,58 ^{ab}	467,78 ^a	4,6	<0,01
PCQ (kg)	252,48 ^a	248,01 ^{ab}	245,64 ^b	250,04 ^{ab}	3,2	<0,05
PCQ (@)	16,83 ^a	16,53 ^{ab}	16,37 ^b	16,66 ^{ab}	3,15	<0,01
RC (%)	55	54	53	54	4,74	n/s

Médias seguidas por letras minúsculas iguais, na mesma linha, não diferiram entre si pelo teste Tukey.

Felício (1994), relatou como motivo de maior rendimento de carcaça apresentado pelos animais da raça Nelore em relação às raças taurinas em geral, a menor proporção de cabeça, patas e trato digestório que os zebuínos apresentam. A mesma constatação foi verificada por Restle (1999), em estudo com bovinos de diferentes proporções de sangue zebuíno. O autor observou um aumento no rendimento da carcaça à medida que aumentava a proporção da raça Nelore nos cruzamentos e o melhor rendimento foi em função do menor peso relativo dos componentes não-carcaça nos animais zebuínos.

Em contrapartida, Ferreira et al (2006) não verificaram diferença significativa para as variáveis relacionadas ao peso de carcaça e como no presente estudo, rendimento de carcaça de animais de diferentes proporções de sangue taurino e zebuíno.

Para Owens et al (1993) e Chardulo (2000) animais jovens em fase de crescimento apresentam menores diferenças de composição de ganho de peso e como consequência, de carcaça. Segundo Faturi et al (2002), quando esses dois parâmetros: (peso e rendimento), apresentam semelhança entre os grupos genéticos, há tendência de não existir diferença para as demais características de carcaça.

A similaridade entre os rendimentos de carcaça observada para as condições presentes demonstra a capacidade do sistema superprecoce em padronizar as carcaças entregues ao frigorífico, necessidade esta, citada por Shackelford et al (1991). É importante ressaltar, que mesmo havendo diferenças entre os pesos de carcaça quente entre os grupos, apresentam - se próximos à amplitude de 14 a 16 arrobas (@) de peso preconizado atualmente pela indústria frigorífica para um alto rendimento de cortes e liquidez na comercialização (Luchiari, 1992).

O rendimento de carcaça também se apresenta dentro da amplitude de valores citados na literatura, conforme publicado por Barbosa (1998) que destacou valor médio de 55% para rendimento de carcaça de bovinos abatidos com 24 meses de idade. Estes resultados estão de acordo com os de Perotto et al. (2000) que verificaram o rendimento de carcaças de animais de vários cruzamentos, abatidos com aproximadamente dois anos, entre 53,1 e 55,4%.

Dinkel et al. (1969) verificaram diferença no rendimento de carcaça em animais com diferentes pesos, em decorrência dos animais não estarem próximos a maturidade fisiológica ao abate, cenário não característico no presente experimento. Animais com a mesma maturidade fisiológica, que pode ser analisada com o peso de carcaça e acabamento de gordura, tendem a apresentar iguais rendimentos de carcaça. Diferenças no rendimento de carcaça são relatados mais comumente quando os experimentos são conduzidos com animais de diferentes tipos biológicos, os quais apresentam diferentes curvas de crescimentos de tecidos assim como diferentes pesos de abate a uma mesma condição de acabamento. Esse cenário foi relatado por Chambaz et al. (2003), em que animais de diferentes raças tiveram a mesma alimentação e com iguais valores para EGS, porém apresentaram pesos e rendimentos de carcaça diferentes.

Valores superiores de rendimento foram apresentados por Ribeiro et al. (2002), que alimentando tourinhos jovens cruzados com dietas de 79% de NDT, constataram rendimento de carcaça de 57,62%. Corroborando com esses resultados, Passini (2001) trabalhando com animais jovens (superprecoces) F1 (*Bos taurus* e *Bos indicus*), obteve valores entre 57 e 58% de rendimento de carcaça.

Os resultados da avaliação ultrassonográfica são apresentados na tabela 9 e figuras 3 e 4.

Tabela 8- Valores médios da área de olho de lombo inicial (AOLI), área de olho de lombo ao abate (AOLF), espessura de gordura subcutânea inicial (EGSI), espessura de gordura subcutânea ao abate (EGSF), espessura de gordura da garupa inicial (EGGI) e espessura de Gordura da Garupa ao abate (EGGF) dos animais experimentais, mensurados pela técnica ultrassonográfica.

Parâmetros	Nelore	TRC-Brahman	Brangus	TRC-Pardo	CV	P<F
AOLI(cm2)	55,06 ^b	60,42 ^{ac}	57,70 ^{bc}	61,31 ^a	7,7	<0,01
AOLF(cm2)	75,30 ^a	69,10 ^b	72,65 ^{ab}	70,10 ^b	6,5	<0,01
EGSI (mm)	3,36 ^b	4,38 ^a	3,42 ^b	3,58 ^b	17,7	<0,01
EGSF (mm)	5,05 ^a	5,17 ^a	5,14 ^a	5,06 ^a	20,0	n/s
EGGI (mm)	4,45 ^c	6,03 ^a	4,63 ^c	5,16 ^b	17,9	<0,01
EGGF (mm)	7,41 ^a	7,83 ^a	7,47 ^a	7,24 ^a	17,0	n/s

Médias seguidas por letras minúsculas iguais, na mesma linha, não diferiram entre si pelo teste Tukey.

De acordo com Luchiari Filho (2000), a área do músculo *Longissimus dorsi* tem sido relacionada à musculosidade, mas sua importância não está limitada somente a isso, pois é um indicador de cortes de alto valor comercial. Resultados de várias pesquisas demonstram que ela é positivamente relacionada a várias medidas de carne magra na carcaça, quando o excesso de gordura é retirado ou padronizado a uma espessura uniforme (Hedrick, 1983), como é o caso do presente estudo.

Os resultados do presente trabalho indicaram um efeito significativo do grupo genético sobre a área de olho de lombo (AOL) inicial. Mercadante et al. (1995) também observaram efeito significativo do grupo genético sobre a área de olho de lombo mensurada por equipamento de ultra – som, avaliando 690 bovinos durante prova de ganho de peso.

O grupo TRC-Pardo iniciou o período experimental com a maior AOL, seguido pelo grupo TRC – Brahman, entretanto ao final do confinamento, apresentaram os menores valores. Inversamente, o grupo Nelore apresentou a maior AOL ao abate, mesmo apresentando a menor área do músculo *Longissimus dorsi* no início do confinamento, seguido pelo grupo Brangus.

Novilhos jovens 5/8Brahman 3/8 Hereford, entre 15 e 17 meses de idade, tiveram resultados médios de AOL iguais a 71,1 cm², em pesquisa realizada por Shackelford et al (1991). Já Wheller et al., (1990), estudando animais Brahman puros, com idade ao redor de 24 meses, observaram valores de AOL iguais a 72,7 cm², reforçando resultados encontrados por Shackelford et al. (1991) e superiores aos encontrados para os animais de mesma idade, no presente trabalho.

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

Tourinhos Nelores, com idade de 24 meses apresentaram AOL próximos à encontrada no presente trabalho para animais superprecoces: 72,14cm² e 75.30 cm², respectivamente , em trabalho desenvolvidos por Felício (1997).

Em contrapartida, Luchiari et al. (1985) obtiveram valores de AOL, em tourinhos Nelore com idade ao redor dos 24 meses, igual a 67,18 cm², dado inferior ao encontrado para os animais superprecoces, no presente trabalho.

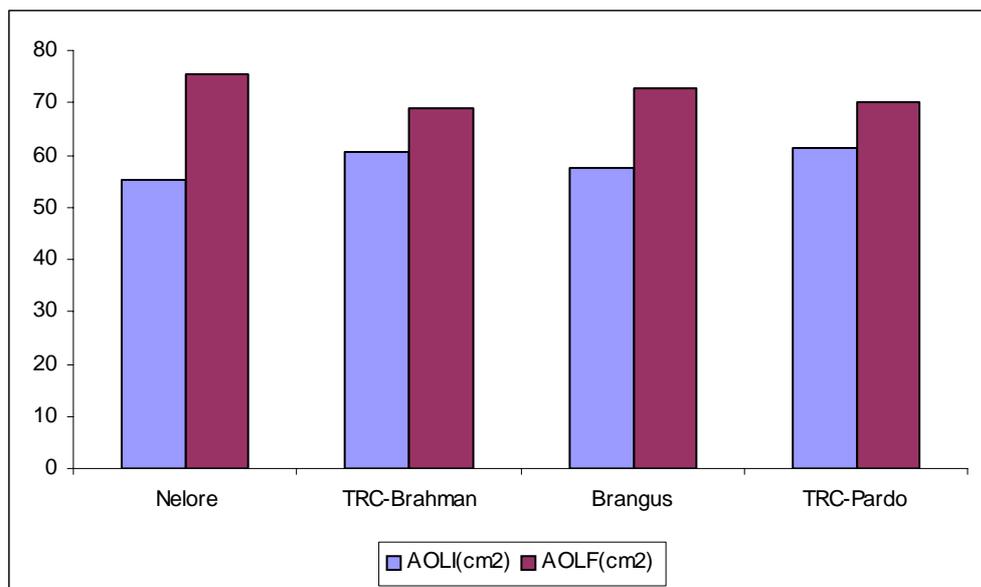


Figura 3- Crescimento muscular representado pelas AOL inicial e final dos grupos genéticos estudados.

A literatura afirma que diferenças na mensuração da área de olho de lombo e na espessura de gordura subcutânea podem ocorrer em animais de diferentes tipos biológicos e/ou animais inseridos em sistemas de alimentação não semelhantes (Myers et al., 1999; Block et al., 2001; Schoonmaker et al., 2002b). Dessa forma, as dietas

sendo isoprotéicas e isoenergéticas, quaisquer alterações na deposição tecidual dos animais determinado pelo desenvolvimento do tecido muscular e adiposo e avaliado pela AOL e EGS, tendem a decorrer das peculiaridades de cada grupamento genético.

A gordura subcutânea vem sendo descrita como um importante indicador na qualidade de carcaça, uma vez que afeta a qualidade da carne (Luchiari Filho, 1998). Em função disso, carcaças com espessura de gordura subcutânea abaixo de 3,0 mm são penalizadas quanto à classificação e remuneração pelo frigorífico. Uma carcaça de qualidade deve apresentar quantidade de gordura suficiente para garantir e preservar características desejáveis para o consumo (Cundiff et al., 1989), visando reduzir os efeitos de desidratação e encurtamento (“cold shortening”) resultantes do resfriamento, os quais dentre outros, podem causar endurecimento da carne.

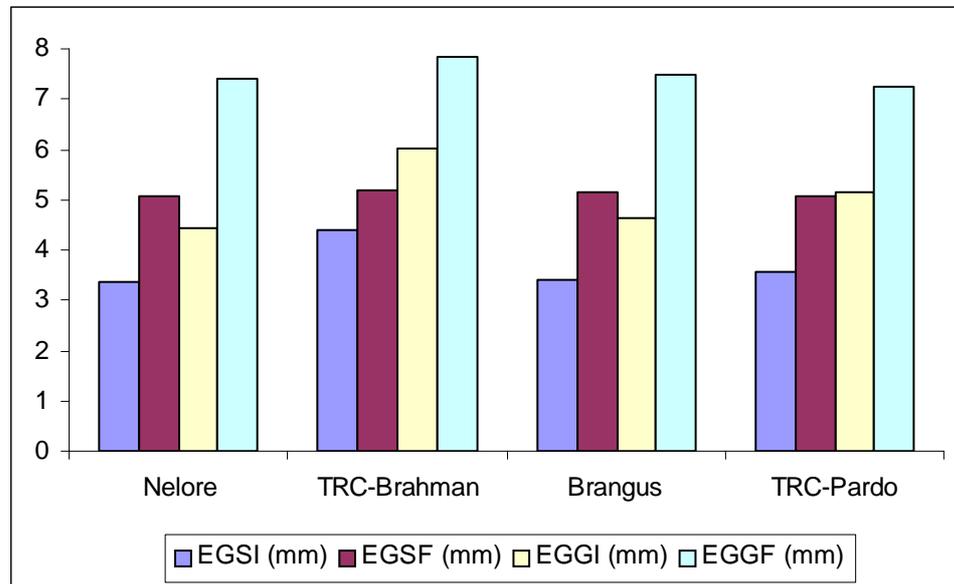


Figura 4- Deposição de tecido adiposo representado pelas EGS e EGG inicial e final dos grupos genéticos estudados.

Em relação à EGS e EGG nota-se que no início do experimento, os animais do grupo TRC – Brahman, apresentam a maior deposição (4,38 mm), não diferindo para os demais grupos. Esse resultado já era esperado, uma vez que se observarmos o PVI apresentados por esses animais foi o maior (Tabela 5) que os demais grupos, denotando uma possível idade mais avançada.

Ao final do período experimental, as EGS e EGG dos grupos não diferiram estatisticamente entre si, uma vez que aliada ao peso vivo mínimo, a EGS é critério de abate para os novilhos superprecoces, dada sua importância na proteção da carcaça durante o resfriamento e conseqüente qualidade da carne produzida.

CONCLUSÕES

1 – O melhor desempenho foi apresentado pelos animais TRC- Pardo e Brangus, grupos com menores proporções do genótipo *Bos indicus*.

2 – Todos os grupos genéticos apresentaram rendimento de carcaças condizentes com as exigências da indústria frigorífica, entretanto os animais da Raça Brangus, apresentaram os menores pesos de carcaça quente.

3 – Os animais do grupo Nelore apresentaram as maiores taxas de crescimento representadas pela AOL e todos os grupos genéticos apresentaram cobertura de gordura nas carcaças similares e em concordância com as exigências da indústria frigorífica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFERRI, G. Desempenho e características da carcaça de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de gordura. Pirassununga, 2003. 49p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Universidade de São Paulo.

A.O.A.C. Official methods of analysis. 13a ed. Washington, 1985.

ARRIGONI, M. D. B., ALVES A.J., DIAS P.M.A., MARTINS, C.L., CERVIERI, R.C., SILVEIRA, A C., OLIVEIRA, H.N., CHARDULO, L.A L. Desempenho, fibras musculares e carne de bovinos jovens de três grupos genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.10, p.1033-1039, 2004.

BARBOSA, P. F. Raças e cruzamentos para produção de novilhos precoces. In: Encontro Nacional dos Confinados e 5º Encontro Estadual do Novilho Precoce, 1998. Anais do Encontro Nacional dos Confinadores e 5º Encontro Estadual do Novilho Precoce. Campinas: Fundação Cargill, p.21 – 36, 1998.

BIDNER, T.D.; WYATT, W.E.; HUMES, P.E. et al. Influence of Brahman derivative breeds and Angus on carcass traits physical composition, and palatability. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 2126-2133, 2002.

BLOCK, H.C.; McKINNON, J.J.; MUSTAFA, A.F. et al. Manipulation of cattle growth to target carcass quality. **Journal of Animal Science**, v.79, p.133-140, 2001.

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

CORNELL NET CARBOHYDRATE AND PROTEIN SYSTEM. The net carbohydrate and protein system for evaluating herd nutrition and nutrients excretion. Version 4.0. Ithaca, NY. 2000. 237p.

CROUSE, J. D.; CUNDIFF, L. V., KOCH, R. M., KOOHMARAIE, M., SEIDEMAN, C. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. **Journal of Animal Science**, v. 67. p.2661-2668. 1989.

CRUZ, G. M.; TULLIO, R.R.; ESTEVES, S.N.; et al. Peso ótimo de abate de machos cruzados para produção do bovino jovem. I. Desempenho em confinamento e características de carcaça. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p223.

DINKEL, C. A.; BUSH, D. A.; SCHAFER, D. E. et al. Changes in composition of beef carcasses with increase animal weight. **Journal of Animal Science**, v. 28, p. 316-323, 1969.

EUCLIDES FILHO, K., EUCLIDES, V.P.B., FIGUEREDO, G.R SILVA, L.O C. Avaliação de animais Nelore e seus mestiços Charolês, Fleckvieh e Chianina, em três dietas. I. Ganho de peso e conversão alimentar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 1, p. 66-72, 1997.

EUCLIDES FILHO, K., FIGUEREDO, G.R., EUCLIDES, V.P.B., SILVA, L.O C., ROCCO, V., BARBOSA, R.A, JUNQUEIRA, C.E. Desempenho de diferentes grupos genéticos de bovinos de corte em confinamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1114-1122, 2003.

FATURI, C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L. Características de carcaça e da carne de novilhos de diferentes grupos genéticos alimentados em confinamento com diferentes proporções de aveia e grão de sorgo no concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 5, p. 2024-2035, 2002.

FELÍCIO, P. E. Fatores ante e *post mortem* que influenciam na qualidade da carne bovina. In: PRODUÇÃO DO NOVILHO DE CORTE . Anais do 4º Simpósio sobre Pecuária de Corte. Piracicaba: FEALQ, 1997. P.79-97.

FELÍCIO, P. E. Dois aspectos de competitividade da carne de Bos indicus, um positivo, outro negativo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS. Uberaba. Anais...Uberaba: Associação Brasileira de Criadores de zebu, 1994. p.63-71.

FERREIRA, J.J., BRONDANI, I.L., LEITE, D.T., RESTLE, J., ALES FILHO, D.C, MISSIO, R.L., HECK, I., SEGABINAZZI, L.R. Características de carcaça de tourinhos Charolês e mestiços Charolês Nelore terminados em confinamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.1, p.191-196, 2006.

GALVÃO, J. G; FONTES, C.A.A.; PIRES, C.C. et al. Características e composição física da carcaça de bovinos não castrados, abatidos em três estágios de maturidade (estudo II) de três grupos raciais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia** v.20, p. 502-512. 1991.

HEDRICK, H.B. Methods of estimating live animal and carcass composition. **Journal of Animal Science**, v. 57, n. 5, p.1316 –26, 1983.

KOGER, M. 1973. Summary. In: KOGER, M. CUNHA, T.J., WARNICK, A.C. (Eds.) **Crossbreeding beef cattle**. Gainesville: University of Flórida Press. p. 434-453.

LEME, P.R. et al. Desempenho em confinamento e características de carcaça de bovinos machos de diferentes cruzamentos abatidos em três faixas de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n.6, supl.2, p. 2347 – 2353, 2000.

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

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

MERCADANTE,M.E.Z. et al. Parâmetros genéticos para características de crescimento em zebuínos de carne. **Archivos Latinoamericanos Producción Animal**, v.3, n.1, p. 45-89, 1995.

MYERS, S. E.; FAULKNER, D. B.; IRLAND, F. A. et al. Production systems comparing early weaning to normal weaning with or without creep feeding for beef steers. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 300-310, 1999.

PERKINS, T. L., GREEN, R. D., MILLER, M. F. Evaluation of alternative ultrasound measurement sites as estimator of yield grade factors in beef cattle. **Proc. West. Sect. Am. Soc. Anim. Sci.**, v. 43,p. 294. 1992.

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

RESTLE, J., VAZ, F. N., QUADROS, A. R. B., MULLER.L. Característica de Carcaça e da carne de novilhos de diferentes genótipos de Hereford x Nelore. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. V. 28, n. 6., p. 1245-1251. 1999.

RESTLE, J. ALVES FILHO, D.C., NEUMAN, M. Eficiência na terminação de bovinos de corte. In: RESTLE, J. (Ed.) **Eficiência na produção de bovinos de corte**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2000. p. 277-303. 2000.

SAS. Systems for windows (release 6.10). **SAS. Inst. Inc.**, Cary, NC, 1994.

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

SCHOONMAKER, J. P.; LOERCH, S. C.; FLUHARTY, F. L. et al. Effect of age at feedlot entry on performance carcass characteristics of bulls and steers. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 2247-2254, 2002b.

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

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starter polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**. 74: 3583-3597, 1991.

VAZ, F. N.; RESTLE, J. 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.

VAZ, F. N.; **Cruzamento alternado das raças Charolês e Nelore: características da carcaça e da carne de novilhos abatidos aos dois anos**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1999. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, 1999.

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

PARÂMETROS DA QUALIDADE CARNE DE BOVINOS SUPERPRECOSES COM DIFERENTES PROPORÇÕES DO GENÓTIPO BOS INDICUS

RESUMO – O trabalho objetivou avaliar os efeitos da proporção do genótipo zebuíno na porcentagem de lipídios, bem como na maciez da carne in natura mensurada pelos métodos Força de Cisalhamento (SF) e Índice de Fragmentação Miofibrilar (MFI) de bovinos jovens. Foram utilizados 96 novilhos não castrados, sendo, 24 da raça Nelore (N), 24 three cross Angus x Nelore x Brahman (TBH), 24 da raça Brangus (BG) e 24 three cross Angus x Nelore x Pardo – Suíço (TPS). A porcentagem de lipídeos totais, assim como a maciez da carne, não foram influenciados pela proporção do genótipo *Bos indicus*, todos condizentes com os padrões aceitáveis de maciez. As análises demonstraram correlação negativa entre a maciez da carne dos animais pelos métodos SF e MFI, permitindo aferir que quanto maior o MFI, menor a SF, assim a confiabilidade das duas análises na mensuração da maciez da carne bovina.

Palavras chave: bovinos superprecoces, maciez da carne, força de cisalhamento, Índice de fragmentação miofibrilar, lipídeos totais.

MEAT QUALITY TRAITS OF SUPERPRECOCE CATTLE WITH DIFFERENT PROPORTIONS OF *BOS INDICUS* GENOTYPE

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the effects of different proportions of *Bos indicus* genotype on the lipid content, shear force values (SF) and myofibrillar fragmentation index (MFI). There were used 96 bull calves, being 24 Nelore (N), 24 Angus x Nelore x Brahman (TBH) threecrosses, 24 Brangus (BG) e 24 Angus x Nelore x Brown Swiss (TPS) threecrosses. The total lipid content and the shear force values were not affected by the *Bos indicus* genotype. A negative correlation was detected between the SF and MFI values, showing that as the MFI values increases, the SF values decreases.

Key words: superprecoce cattle, meat tenderness, shear force, myofibrillar fragmentation index, total lipids.

INTRODUÇÃO

O aumento expressivo no volume de carne produzido combinado ao compromisso de atingir o mercado consumidor num curto intervalo de tempo modificou a tecnologia empregada no gerenciamento da qualidade e da quantidade do produto industrializado (Miller, 2001).

Cada vez mais procura-se qualidade no produto a ser consumido e a maciez está entre os fatores mais importantes quanto à qualidade da carne. Este fato é confirmado pela relação existente entre o preço do corte e a maciez que o mesmo apresenta (Koohmaraie, et al., 2002). Produzir carne macia e de qualidade, a qual os consumidores desejam é um dos maiores problemas da indústria, uma vez que o processo de maciez durante o postmortem é variável entre as carcaças (Shackelford, et al., 1991).

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

Dentre os fatores *ante-mortem*, o grupo genético é um dos fatores que são altamente correlacionados com a maciez e o principal efeito da raça na maciez da carne se observa entre os animais *Bos indicus* e *Bos taurus*. O estudo da maciez da carne com influência de sangue *Bos indicus* têm demonstrado que, à medida que a porcentagem de *Bos Indicus* cresce, a maciez tende a decrescer e a variabilidade na maciez aumentar (Whipple et al., 1990).

Mas é importante considerar que o gado zebuino compõe a base do rebanho de corte brasileiro, sendo a maioria da raça Nelore e não poderia ser diferentes, em função

da sua adaptação as condições do Brasil central (Rubensam & Monteiro, 2000). Assim, se torna imprescindível identificar os mecanismos envolvidos da definição da maciez da carne destes bovinos para que haja possibilidade de intervenção no processo de amaciamento e produção de carne com qualidade desejada.

Há, basicamente, duas formas de avaliar as características sensoriais e organolépticas: objetiva e subjetivamente, sendo a primeira, medida através de equipamentos calibrados e a segunda avaliada a partir de uma equipe de pessoas treinadas para realizar uma análise sensorial. É possível e importante cruzar as informações das duas análises e criar correlações, estabelecendo-se dentro da escala objetiva qual o ponto onde o produto passa a agradar ou ser rejeitado pelo consumidor.

Em vista disso, este trabalho teve o objetivo de avaliar os efeitos do genótipo *Bos indicus* nas características químicas (lipídios), bem como a mensuração da maciez da carne in natura pelo método analítico da Força de cisalhamento e químico – estrutural Índice de Fragmentação Miofibrilar dos animais produzidos no modelo biológico superprecoce.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de confinamento de bovinos Superprecoces do Departamento de Melhoramento genético e Nutrição animal da FMVZ – Unesp, campus de Botucatu. O confinamento possui cobertura de eternit para um maior controle de fatores ambientais e é interligado a um curral de manejo. As baias são divididas por cordoalhas, com piso suspenso de estrados pré-moldados de concreto,

o que facilita o escoamento dos dejetos. Cada uma possui um bebedouro de 30 litros em nível e cocho concretado.

O período experimental teve início em julho de 2003 e término em janeiro de 2004. Foram utilizados para o estudo 96 novilhos não castrados, sendo 24 animais da raça Nelore, 24 three cross Angus x Nelore x Pardo – Suíço, 24 three cross Angus x Nelore x Brahman e 24 animais da raça Brangus, como mostra a tabela 1.

Tabela 1- Tratamentos experimentais em relação ao grau de sangue zebuíno e número de animais correspondentes.

Tratamento (Grupo Genético)	Grau de Sangue Zebuíno	Número de Animais
Nelore	4/4	24
TRC - Brahman	3/4	24
Brangus	1/4	24
TRC - Pardo Suíço	3/8	24

Foram amostrados 12 animais de cada grupo genético e no momento do abate, colhidas das $\frac{1}{2}$ carcaças esquerdas, as secções entre a 11^a e 13^a costelas e posteriormente, divididas em 5 amostras do músculo Longissimus dorsi de aproximadamente 1 polegada (2,54 cm) de espessura. As amostras foram identificadas, embaladas em plásticos e congeladas (freezer a -20°C), para posteriores análises.

As análises químicas das amostras

A porcentagem de lipídios totais do músculo Longissimus dorsi foi determinada no Laboratório de Bioquímica do Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências, Botucatu, SP utilizando-se o protocolo proposto por Bligh & Dyer (1959). Esse método foi utilizado por ser o mais adequado para análises de amostras

dessa natureza, pois extrai todas as classes de lipídios e não unicamente os compostos neutros, o que tem inegável valor nas avaliações dietéticas. Esse método pode ser usado tanto com produtos com altos teores de MS, quanto para produtos com altos teores de umidade.

Amostras de carne cruas e moídas foram pesadas entre 3,0 e 3,5 g e transferidas para erlenmeyers de 250 mL, onde serão adicionados 10 mL de clorofórmio, 20 mL de metanol e 8 mL de água destilada. Os tubos foram colocados em agitador horizontal por 30 minutos e em seguida se adicionou 10 mL de clorofórmio e 10 mL de solução aquosa de sulfato de sódio 1,5%, sendo então agitados rapidamente por 2 minutos. Os tubos foram então centrifugados a 1000 x g por 2 minutos, descartou-se a camada sobrenadante e filtrou-se rapidamente a camada inferior (para evitar a evaporação do clorofórmio) em tubo de 30 mL. A solução foi filtrada novamente e mediu-se 5mL do filtrado para transferi-lo à um Becker de 50 mL previamente dessecado e pesado. O Becker foi colocado então em estufa a 110°C até evaporar o solvente (15 a 20 minutos), posteriormente foi resfriado em dessecador (O/N) e pesado. As diferenças de peso do Becker, acrescidos ao peso da amostra, em relação ao peso final do Becker ao final do procedimento, determinou as quantidades percentuais de lipídeos da amostra. Os resultados obtidos representam os valores quantitativos, das características de marmorização da carne.

As análises da força de cisalhamento das amostras foram efetuadas no Laboratório de Qualidade de Carnes do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da FMVZ, Unesp, Botucatu, SP. As amostras destinadas à análise da força de cisalhamento, retiradas da secção entre a 12^o e 13^o costelas, obtidas das ½ carcaças esquerdas, com espessura de 2,54 cm (1 polegada) foram descongeladas por 24 horas à

4 °C e de acordo com o procedimento de Wheeler, et al., (1995), e colocadas em forno para serem assadas.

Para o procedimento de cozimento foram introduzidos no centro geométrico de cada amostra, um termoacoplador ligado em termômetro digital, com o objetivo de monitorar a temperatura interna até o limite de 71°C, quando então foram retiradas do forno e resfriadas em temperatura ambiente até atingirem temperatura interna de 24 a 25°C. As amostras foram então colocadas em resfriamento (4 °C) durante 24 horas, quando foram retirados seis cilindros do interior das mesmas, para cálculo da média de cada amostra (a fim de se obter maior precisão dos dados).

Para a determinação da força de cisalhamento foi utilizado o aparelho Warner-Bratzler Shear Force - Chatillon mecânico com capacidade de 25kg, e velocidade do seccionador de 20 cm/minuto, sendo a média da análise dos seis cilindros/amostra, o resultado da força de cisalhamento, expresso em kgf. Wheeler et al (1990) destacaram a importância de padronização na orientação do centro de retirada das amostras na carne e as condições de cozimento para os valores de força de cisalhamento, além de algumas variáveis que comprometem a força de cisalhamento, incluindo o período de congelamento e descongelamento das amostras.

A determinação do Índice de fragmentação miofibrilar (MFI) foi realizada no laboratório de Bioquímica do Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências, Unesp, Botucatu, SP. Anteriormente às análises foram realizados testes laboratoriais e pôde-se observar que não houve diferença significativa ($p>0,05$) quanto ao uso de carne fresca ou congelada o que também foi relatado por Veiseth et al., (2001). Devido aos resultados dos testes e a confirmação na literatura foram utilizadas amostras congeladas do músculo Longissimus dorsi dos animais dos quatro grupos genéticos para a

determinação do MFI, após descongelamento por 24 horas, segundo metodologia descrita por Culler et al., (1978) e adaptada pelo laboratório de Bioquímica do Departamento de Química e Bioquímica.

Foram utilizados 3g de amostra congelada livre de tecido adiposo e conectivo. As amostras foram homogeneizadas em Ultra-turrax com haste de cisalhamento (Marconi-MA 102/E) a 18000 rpm em 30 mL de Tampão de Índice de Fragmentação Miofibrilar (TMFI) (100 mM KCL, 20 mM de fosfato de potássio pH 7,0, 1 mM MgCl₂ e 1 mM Na₃N em pH 7,0) em banho de gelo, duas vezes por 30 segundos com mesmo intervalo em gelo. Após a homogeneização, as amostras foram centrifugadas a 1000 Xg por 17 minutos a 2^oC, descartando-se o sobrenadante. O pellet foi ressuspensão em 30 mL de TMFI a 2^oC, utilizando um bastão de vidro. Após a ressuspensão, as amostras foram novamente centrifugadas à 1000Xg por 17 minutos a 2^oC e o sobrenadante descartado. O pellet foi ressuspensão em 7,5 mL de TMFI à 2^oC e homogeneizado em vortex até a amostra tornar-se homogênea. A amostra foi filtrada em peneira doméstica e novamente se adicionou 7,5mL de TMFI a 2^oC para lavagem do tubo de ressuspensão.

Após a extração das proteínas miofibrilares com o TMFI, foi realizada a quantificação de proteínas totais pelo método do Macro Biureto (GORNAL et al.,1949). Em cada tubo de ensaio serão colocados 0,25 mL de amostra, 0,75 mL de TMFI e 4 mL do reagente de Biureto. As amostras permanecerão por 30 minutos no escuro para posterior leitura no espectrofotômetro com comprimento de onda de 540 nm. Após ser calculada a concentração de proteína de cada amostra, foi obtida uma solução com um volume de 8mL e concentração de proteína de 0,5mg/mL (obtidas com o TMFI).

Estas amostras foram homogeneizadas por agitação vigorosa e rapidamente será realizada a leitura da absorbância em comprimento de onda de 540 nm. O aparelho foi

zerado com o TMFI e o Índice de fragmentação miofibrilar será obtido através da multiplicação da absorbância por 200, como segue:

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

O experimento caracterizou-se em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, correspondendo aos quatro grupos genéticos. Cada animal correspondeu a uma parcela experimental. A análise dos dados obtidos das diversas variáveis foi realizada pelo procedimento GLM (*General Linear Model*) do Sistema de Análise Estatística, SAS (1994). Utilizou-se o Teste de Tukey para comparação das médias entre as causas de variação, adotando-se nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A porcentagem de lipídeos totais (lipídeos %), e maciez da carne mensurada pela força de cisalhamento (Sforce) e Índice de fragmentação miofibrilar (MFI) da carne dos quatro grupos genéticos avaliados, estão apresentados na tabela 4.

Tabela 2- Porcentagem (%) de Lipídeos, Força de cisalhamento (SF) e Índice de fragmentação miofibrilar (MFI) de amostras in natura de bovinos de diferentes grupos genéticos criados no sistema superprecoce.

Parâmetros	Nelore	TRC-Brahman	Brangus	TRC-Pardo	*CV	P < F
Lipídeos (%)	1,99	1,85	1,65	1,65	42,6	n/s
SF (kgf)	3,30	3,75	3,15	3,48	27,1	n/s
MFI	73	69	78	86	19,8	n/s

* CV: Coeficiente de variação.

De acordo com os dados, o percentual de lipídeos totais não diferiu entre os grupos genéticos, mas pode-se observar uma tendência de elevação nos teores à medida que a proporção do genótipo zebuíno foi aumentando. Mills et al (1992), Morales (2004) e Hadlich (2004), também não detectaram diferença significativa na análise química do músculo Longissimus dorsi de animais Nelore e mestiços criados no sistema superprecoce, mas pôde-se observar a mesma tendência de maior porcentagem de lipídeos totais para animais Nelore puros.

Verifica-se que o teor de lipídeos determinado nas amostras, em média 1,78%, é um indicativo da pequena quantidade de gordura de marmorização depositada na carne, a qual é característica do modelo superprecoce, pois além do abate de animais não castrados, estes são jovens, com idade entre 12-15 meses. Abularach et al. (1998) citam que o baixo teor de gordura intramuscular pode prejudicar a suculência e a maciez do contrafilé, havendo evidências de que o conteúdo mínimo de lipídios é de 3,0% para se obter uma carne assada macia e suculenta. Entretanto, apesar de os valores verificados no presente experimento estarem abaixo dos teores de lipídios totais apresentados na literatura como parâmetros de qualidade sensorial da carne, a menor deposição de

gordura intramuscular não é necessariamente considerada uma desvantagem, uma vez que constitui-se em um produto adequado às novas exigências do mercado.

Valores inferiores aos encontrados neste trabalho foram obtidos por Passini (2001) e Schoonmaker et al. (2002a), que verificaram teores de médios de 1,19% e 0,9% de lipídios totais, respectivamente, em animais jovens. Já Bayler et al. (2001) trabalhando com novilhos jovens F1 Nelore x Red Angus abatidos com 14 meses obtiveram 2,57% de lipídios totais, entretanto esses animais apresentavam 7,4 mm de EGS (maior deposição que os animais do presente experimento). Animais com maior acabamento, representados pela EGS, apresentaram maior teor de lipídios totais, conforme verificado por Morales et al. (2001), que também pesquisaram animais jovens abatidos com 14 meses.

Jeremiah (1996) analisando a carcaça de 293 bovinos originados de vários cruzamentos, com idade 11 a 15 meses e peso aproximado de 270 kg de carcaça, verificou que carcaças com 4 a 5,9 mm de gordura subcutânea apresentaram baixa deposição de gordura de marmorização, tendo nota de escore visual igual a 3 (escala de 1 a 9 pontos). À medida que as carcaças apresentaram maior EGS, o mesmo autor relatou que aumentou também a deposição de gordura intramuscular no músculo *Longissimus dorsi*.

Como os animais no presente estudo não apresentaram diferenças significativas quanto a EGS, uma vez que este é um dos critérios de abate do sistema superprecoce de produção, e baseando-se em dados já publicados, não esperou-se diferenças significativas entre a porcentagem de lipídeos depositadas na carne dos animais.

A marmorização explica somente 5 a 20% da variação da maciez, assim sendo, animais com o mesmo teor de gordura intramuscular, poderão produzir carne com

maciez diferente (Rübensam & Monteiro, 2000) fazendo-se necessária a mensuração direta da maciez, para uma maior precisão no estudo da palatabilidade (WHEELER et al, 1994).

Em relação aos resultados de força de cisalhamento apresentados na tabela 4, é importante ressaltar que a carne analisada no presente experimento não sofreu processo de maturação, com a função de elevar a proteólise muscular e com isso tornar a carne mais macia. Assim, os resultados obtidos demonstraram para as presentes condições experimentais que o genótipo *Bos indicus* não afetou negativamente a maciez da carne, uma vez que os valores de força de cisalhamento se encontram dentro de uma faixa aceitável de maciez de 4,6 kgf (Shackelford et al., 1991) e não evidenciam diferença significativa entre os grupos genéticos.

Esse fato se deve a pouca idade de abate dos animais, uma vez que estudos mostram que a qualidade organoléptica da carne, principalmente a maciez, piora com o avanço da idade, em decorrência de alterações que ocorrem no colágeno intramuscular, assim, o fator maturidade deve ser levado em consideração a todos os sistemas de tipificação de carcaças bovinas (Felício, 1996). Demonstra-se dessa forma, que a maciez da carne proveniente de animais produzidos no sistema biológico do novilho superprecoce é mais influenciada pelo período postmortem que pelo grupo genético utilizado, tornando-se uma opção viável quando o objetivo é produzir carne de qualidade (Hadlich, 2004).

Os dados referentes à maciez nas presentes condições experimentais discordam de muitas citações literárias, onde o principal efeito genético na maciez da carne se observa entre os animais *Bos indicus* e *Bos taurus*. O estudo da maciez da carne com influência de sangue *Bos indicus* têm demonstrado que, à medida que a porcentagem de

Bos Indicus cresce, a maciez tende a decrescer e a variabilidade na maciez aumentar (Whipple et al., 1990).

Vários autores determinaram uma relação positiva entre a maior porcentagem de genes *Bos indicus* no animal e a falta de maciez da carne maturada (Cundiff et al., 1993, Wheeler et al., 1994) mostrando ainda, que animais que continham menos de 25% de genes *Bos indicus* apresentavam a mesma característica de carne, no postmortem, dos animais *Bos taurus*. Essa discriminação pode ser considerada como um alerta para uma tendência no mercado internacional, em busca de padrões de qualidade (Silveira, 1995).

De acordo com Bidner et al (2002) em estudo com animais Brahman, somente animais com 25% ou menos de sangue *Bos indicus* apresenta maciez satisfatória, no entanto pode-se aferir nas presentes condições experimentais que tanto os animais Nelore, quanto os outros grupos genéticos apresentaram valores de força de cisalhamento satisfatórios representando a maciez da carne.

Os resultados encontrados no presente trabalho também contrariam os preceitos de Morgan et al (1991), que afirmam a possibilidade de prejuízo na qualidade da carne bovina quando há a utilização de animais contendo grande participação do genótipo *Bos indicus* no cruzamento, devido à tendência destes apresentarem menor marmorização bem como menor maciez da carne que animais *Bos taurus*.

Já Morales (2004), Hadlich (2004) e Arrigoni (2004), também não encontraram diferenças significativas para a força de cisalhamento da carne de bovinos Nelore e mestiços criados no sistema superprecoce e todos dentro dos níveis considerados satisfatórios. Pode-se concluir que a opção de se abater animais jovens demonstra ser vantajosa quando se observa a maciez da carne de animais Nelore e os outros grupos genéticos com proporções decrescentes de sangue zebuino, mesmo in natura. A

igualdade encontrada entre os grupos genéticos fortalece a idéia de que a idade de abate é a principal ferramenta para se obter produtos mais eficientes e com maciez desejável ao consumo.

Um dos fatores que tem sido correlacionado em diversos estudos com a força de cisalhamento e a maciez desejada pelos consumidores é o Índice de fragmentação miofibrilar (MFI) (Culler et al.,1978).

Crouse et al. (1989) sugeriu que talvez, a principal causa da diferença na maciez ocorresse devido a menor fragmentação miofibrilar, quantificada pelo Índice de fragmentação miofibrilar (MFI) e por existir maior quantidade de tecidos conectivos em animais zebuínos que europeus.

Os valores de MFI apresentados na tabela 4 não diferiram entre si, não dependente da proporção de sangue zebuíno, no presente estudo os dados obtidos (tabela 4), estão de acordo com a literatura, na qual, uma carne macia tem valores de MFI acima de 60 (Culler et al.,1978, Olson et al., 1976).

Resultados de MFI semelhantes para carne maturada aos 7 dias forma verificados por Morales (2004), Hadlich (2004), entretanto não detectaram diferenças significativas entre animais do grupo Nelore e seus mestiços em amostras de carne in natura, estes apresentando valores menores aos encontrados neste trabalho.

A determinação do MFI prediz mais de 50% da variação da maciez da carne (Hopkins et al., 2000), além da altamente correlação já citada com índices de maciez como Warner Bratzler Shear Force, já que com aumento do MFI têm-se diminuição dos valores obtidos pelo Shear Force (OLSON et al 1976).

Correlação alta e positiva do MFI com a maciez da carne foi observada por Shackelford et al. (1991) que aponta este método para a verificação do estágio de amaciamento causado pela proteólise enzimática.

A correlação encontrada entre a maciez da carne mensurada pela força de cisalhamento (SF) e índice de fragmentação miofibrilar encontrada no presente trabalho foi de -0,4627 e permite aferir que quanto maior o MFI, menor a força de cisalhamento, o que confirmam de acordo com Delgado et al (2001) e Olson et al (1976) a confiabilidade na utilização das duas análises na mensuração da maciez da carne bovina.

Silva et al (1999) relatam que com um dia postmortem o MFI apresenta-se altamente correlacionado com a força de cisalhamento (-0,68) entretanto para seis e 13 dias postmortem esta relação é menor (-0,52 e -0,51).

Culler et al (1978) encontrou correlação do MFI com a força de cisalhamento de -0,72, maiores que as encontradas no trabalho. Esse fato pode ser explicado pela alta variação individual encontrada dentro dos grupos genéticos, principalmente para força de cisalhamento. A correlação entre MFI e força de cisalhamento indiferente para o grupo genético e período postmortem foi de -0,69 em trabalho desenvolvido por Hadlich (2004), trabalhando com animais Nelore e seus mestiços com raça Angus e Simental.

Esses resultados são relevantes no atual contexto de melhoramento e padronização na produção de carne de qualidade.

CONCLUSÕES

1 – A porcentagem de lipídios totais do músculo Longissimus dorsi, não sofreu influência das diferentes proporções do genótipo *Bos indicus* existente entre os grupos genéticos.

2 – A maciez da carne, mensurada pela análise da força de cisalhamento bem como pelo MFI não foi influenciada pelo genótipo *Bos indicus*, uma vez que todos os grupos genéticos mostraram-se similares estatisticamente e se enquadram nas faixas aceitáveis de maciez.

3 – Há correlação negativa entre o MFI e a força de cisalhamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABULARACH, M. L.; ROCHA, C. E. e FELÍCIO, P. E. 1997. Características de Qualidade da Carne de Contrafilé (músculo L. dorsi) de touros jovens da Raça Nelore. **Ciência Tecnologia Alimentar** 18(2): 205-210, 1998.

ARRIGONI, M. D. B., ALVES A.J., DIAS P.M.A., MARTINS, C.L., CERVIERI, R.C., SILVEIRA, A C., OLIVEIRA, H.N., CHARDULO, L.A L. Desempenho, fibras musculares e carne de bovinos jovens de três grupos genéticos. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.39, n.10, p.1033-1039, 2004.

BAYLER, M.C.A.; SILVEIRA, A.C.; CHARULO, L.A.L. et al. Características de carcaça e qualidade de carne de novilhos superprecoces e diferentes grupos genéticos e tamanho à maturidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1, 2001, São Pedro. **Anais...**,Campinas:CTC/ITAL, p.84-85, 2001.

BIDNER,T.D.; WYATT, W.E.; HUMES, P.E. et al. Influence of Brahman derivate breeds and Angus on carcass traits physical composition, and palatability. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 2126-2133, 2002.

BLIGH, E.; DYER, W. J. A rapid method for total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, p. 911-917, 1959.BLIGH, E. G. & DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Can. J. Biochem. Physiol.** 37: 911. 1959.

CORNELL NET CARBOHYDRATE AND PROTEIN SYSTEM. The net carbohydrate and protein system for evaluating herd nutrition and nutrients excretion. Version 4.0. Ithaca, NY. 2000. 237p.

CROUSE, J. D.; CUNDIFF, L. V., KOCH, R. M., KOOHMARAIE, M., SEIDEMAN, C. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. **Journal of Animal Science**, v. 67. p.2661-2668. 1989.

CULLER, R. D., PARRISH, Jr., F. C.; SMITH, G. C. e CROSS, H. R. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical physical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle. **Journal Food Science**. 43:1177. 1978.

DELGADO, E.F. Fatores bioquímicos que afetam a maciez da carne. In: **1º Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Pedro, 2001. Anais... São Pedro, 2001CTC/ITAL, 2001, p.143-159.

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

HADLICH, J.C. Metodologias de análise de maciez como parâmetros de qualidade de carne de bovinos de diferentes grupos genéticos e idades. Botucatu, 2004. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista.

HOPKINS, D.L.; LITTLEFIELD, P.J.; THOMPSON, J.M.A. A research note on factors affecting the determination of myofibrillar fragmentation. **Meat Science**; 56:19-22.2000.

KLONT, R. E., BROCKS, L., EIKELBOOM, G. 1998. Muscle fibre type and meat quality. **Meat Science**; 49:219-229.

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

- MILLER, R. K. Avaliação Instrumental da Qualidade da Carne. **Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes**. In: Carne: Qualidade e Segurança para os consumidores do Novo Milênio, 26:470. 2001.
- MILLS, E.W.;COMERFORD, J.W.; HOLLENDER, R., et al. Meat composition and palatability os Holstein and beef steers as influenced by forage type and protein source. **Journal of Animal Science**. 70:2446-2451. 1992.
- MORALES, D. C.; CHARULO, L. A. L.; SILVEIRA, A. C. et al. Características de qualidade de bovinos de corte de diferentes tamanhos a maturidade submetidos ao sistema superprecoce.In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001, São Pedro. **Anais...** Campinas:CTC/ITAL, 2001. p.195-196.
- MORALES, D. C. Estudo da proteólise miofibrilar e das características de qualidade de carne de bovinos *Bos indicus* submetidos ao modelo biológico superprecoce. Botucatu, 2004. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista.
- OLSON, D. G., PARRISH, Jr., and STROMER, M. H. Myofibril fragmentation and shear resistance of three bovine muscles during postmortem storage. **Journal Food Science**. 41:1036 1976.
- PASSINI, R. Processamento de grãos de milho e de sorgo e níveis de proteína sobre a digestibilidade, desempenho e características de carcaça de bovinos superprecoce. Botucatu, 2001. 54p. Tese (Doutorado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista.
- RUBENSAM, J.M.; MONTEIRO, E.M. 2000. Maciez e atividade da calpastatina em carne bovina. Documentos CPPSul/EMBRAPA; 28:53.

SAS. Systems for windows (release 6.10). **SAS. Inst. Inc.**, Cary, NC, 1994.

SCHOONMAKER, J. P.; LOERCH, S. C.; FLUHARTY, F. L. et al. Effect of age at feedlot entry on performance carcass characteristics of bulls and steers. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 2247-2254, 2002b.

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

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

VEISETH, E., SHACKELFORD, S. D., WHEELER, T. L., and KOOHMARAIE, M. Technical Note: Comparison of myofibril fragmentation index from fresh and frozen pork and lamb longissimus. **Jounal of Animal Science** 79:904. 2001.

WEELER, T.L.; MILLER, R.K.; SAVELL, J.W.; CROSS, H.R. Palatability of chilled and frozen beef steaks. *J. Food. Sci.*, v.55, p.301-304, 1990.

WHEELER, T. L., KOOHMARAIE, M., SHACKELFORD, S. D. Standardized Warner-Bratzler Shear Force Procedures for Meat Tenderness Measurement. **Roman L. Hruska U. S. MARC. USDA**, Clay Center, NE. 1995.

WHIPPLE, G., KOOMARAIE, M., DIKEMAN, M. E., et al. Evaluation of atributes that affect longissimus muscle tenderness in Bos taurus and Bos Indicus cattle. **Jounal of Animal Science**, v. 68. p.2716-2728. 1990.

IMPLICAÇÕES

Há alguns anos a cadeia da carne de bovinos está enfrentando um quadro muito diferente do tradicional. Os fatores que definem o novo ambiente competitivo são, dentre outros: oscilações de preços, concorrências com outras carnes, concorrência externa, concentração dos canais de comercialização e novos hábitos de consumo.

Em toda a cadeia produtiva estão ocorrendo tendências de modernização e apesar de ainda se processar de maneira desigual, a mudança parece irreversível. Paralelamente aos avanços tecnológicos na produção de carne está o mercado consumidor, cada vez mais exigente, buscando sempre a qualidade nos produtos consumidos.

Nesse contexto é fato e não poderia ser diferente, a participação de animais com genótipo *Bos indicus*, compondo o material genético adaptado às nossas condições ambientais e estes quando submetidos à sistemas intensivos de produção e abatidos precocemente, apresentam características de qualidade de carcaça e carne, se não igualmente, próximas as encontrada entre os demais grupos genéticos. Esse fato fortalece a idéia de que a idade de abate é a principal ferramenta para se obter produtos mais eficientes e com maciez desejável ao consumo.

Com base nos resultados apresentados, é possível inferir que a intensificação do sistema de produção de carnes além de uma tendência, se mostra como uma realidade vantajosa, uma vez que podemos facilmente constatar a maior eficiência produtiva de animais jovens em comparação com animais depois da maturidade e a superioridade da carne produzida, mesmo utilizando-se animais cruzados ou puramente zebuínos.