

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

CARACTERÍSTICAS DO CRESCIMENTO ANIMAL, DO TECIDO
MUSCULAR ESQUELÉTICO E DA MACIEZ DA CARNE DE
BOVINOS NELORE E MESTIÇOS NO MODELO BIOLÓGICO
SUPERPRECOCE

JANAINA CONTE HADLICH

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

BOTUCATU – SP
Agosto - 2007

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

CARACTERÍSTICAS DO CRESCIMENTO ANIMAL, DO TECIDO
MUSCULAR ESQUELÉTICO E DA MACIEZ DA CARNE DE
BOVINOS NELORE E MESTIÇOS NO MODELO BIOLÓGICO
SUPERPRECOCE

JANAINA CONTE HADLICH
Zootecnista

ORIENTADOR: Prof. Dr. LUIS ARTUR LOYOLA CHARDULO

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

BOTUCATU – SP
Agosto - 2007

*Ando devagar porque já tive pressa
E levo esse sorriso porque já chorei demais
Hoje me sinto mais forte, mais feliz quem sabe
Só levo a certeza de que muito pouco eu sei
Ou nada sei*

*Conhecer as manhãs e as manhãs,
O sabor das massas e das maçãs,
É preciso amor pra poder pulsar,
É preciso paz pra poder sorrir,
É preciso a chuva para florir*

*Penso que cumprir a vida seja simplesmente
Compreender a marcha e ir tocando em frente
Como um velho boiadeiro levando a boiada
Eu vou tocando dias pela longa estrada eu vou
Estrada eu sou*

*Conhecer as manhãs e as manhãs,
O sabor das massas e das maçãs,
É preciso amor pra poder pulsar,
É preciso paz pra poder sorrir,
É preciso a chuva para florir*

*Todo mundo ama um dia todo mundo chora,
Um dia a gente chega, no outro vai embora
Cada um de nós compõe a sua história
Cada ser em si carrega o dom de ser capaz
E ser feliz*

*Conhecer as manhãs e as manhãs
O sabor das massas e das maçãs
É preciso amor pra poder pulsar,
É preciso paz pra poder sorrir,
É preciso a chuva para florir*

*Ando devagar porque já tive pressa
E levo esse sorriso porque já chorei demais
Cada um de nós compõe a sua história,
Cada ser em si carrega o dom de ser capaz
E ser feliz*

*Conhecer as manhãs e as manhãs,
O sabor das massas e das maçãs,
É preciso amor pra poder pulsar,
É preciso paz pra poder sorrir,
É preciso a chuva para florir*

DEDICO

Aos meus pais Waldyr e Ivani
que com muita luta e amor
sempre me apoiaram....
e são meus melhores exemplos
de fé, esperança e
de que tudo vai dar certo no final...

Ao meu sobrinho Lucas e minha vó Lúcia
por serem a luz e a alegria da vida...e
tornarem minha trajetória muito mais bonita

Ao meu Gustavo...
Que está SEMPRE comigo...
E me mostrar como tudo pode ser melhor do que parece...

Agradecimentos

A Deus pela energia, saúde e conhecimento que me deu para não desistir nos momentos mais difíceis e por nestes três anos ter colocado na minha vida pessoas tão maravilhosas.

Ao Prof. Dr. Luis Artur Loyola Chardulo, pela orientação, confiança, incentivo e amizade.

Ao Prof. Dr. Henrique Nunes de Oliveira por ter acompanhado toda minha trajetória científica e ser um grande incentivador dos meus trabalhos, além de ser um grande amigo.

Aos Profs. Dr. Antonio Carlos Silveira e Dr. Mário de Beni Arrigoni pelo incentivo, confiança e auxílio na execução deste trabalho e principalmente pela amizade e carinho.

A toda equipe do Novilho Superprecoce pelo trabalho em grupo, convivência, e amizade.

Aos amigos do confinamento que foram de grande importância para a realização deste trabalho.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP (Processo nº. 03/12712-3), pela concessão de bolsa de estudo.

A minha grande amiga Daniela Cristina Morales por todos os momentos que passamos e por ser um grande exemplo de boa convivência e amizade.

Aos amigos que quebraram verdadeiros galhos nos momentos mais estressantes: Érico, Wal, Rogério Curi, Mariana e a todos os estagiários que cooperaram com este trabalho.

Ao meu querido Guto pela amizade e pelos momentos de alegria sem fim.

As queridas Seila, Carmen e Danilo da Pós-graduação pela paciência e presteza com que sempre me atenderem.

Agradeço também aos grandes amigos e pesquisadores Cyntia, Maurício e Rogério Curi pela amizade e incentivo nos momentos mais difíceis.

Aos meus amigos de Botucatu por muitas vezes preencher com carinho o vazio pela ausência de minha família.

A família Morales por sempre estar presente e por ter me acolhido desde que cheguei em Botucatu.

Ao meu Luis Gustavo pela amizade, alegria e infinita paciência nos momentos mais difíceis de conclusão deste trabalho e por tornar estes momentos agradáveis por mais estressantes que fossem.

E a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, o meu MUITO OBRIGADA!!!!

SUMÁRIO

	Páginas
CAPÍTULO 1	1
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	2
Crescimento animal.....	3
Crescimento do tecido muscular	9
Crescimento muscular e qualidade de carne.....	10
Referências Bibliográficas	16
CAPÍTULO 2.....	23
CARACTERÍSTICAS DO CRESCIMENTO DO TECIDO MUSCULAR ESQUELÉTICO E A MACIEZ DA CARNE DE BOVINOS NELORE NO MODELO BIOLÓGICO SUPERPRECOCE	23
Resumo	24
Abstract	25
Introdução.....	26
Material e Métodos	28
Resultados e Discussão	35
Conclusões.....	51
Referências Bibliográficas	51
CAPÍTULO 3.....	56
CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA CARÇAÇA E DA CARNE DE BOVINOS SUPERPRECOSES DE DIFERENTES GRUPOS GENÉTICOS ...	56
Resumo	57
Abstract	58
Introdução.....	59
Material e Métodos	62
Resultados e Discussão	68
Conclusões.....	82
Referências Bilbliográficas	82
CAPÍTULO 4.....	86

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A bovinocultura de corte brasileira apresenta indiscutível importância para a economia do país, no entanto existe uma grande falta de informações científicas quanto ao desempenho dos animais e da carne proveniente dos mesmos. Em 2005, o PIB do agronegócio foi da ordem de 222,1 bilhões de dólares, correspondendo a 27,9% do PIB nacional, sendo que destes, aproximadamente 30% (66 bilhões de dólares) são devidos à pecuária (MAPA, 2006). O rebanho brasileiro conta, atualmente, com mais de 200 milhões de animais representando o maior rebanho comercial do mundo, destacando-se a atividade de bovinocultura de corte que rendeu ao Brasil, desde 2003, a posição de maior exportador mundial de carne bovina *in natura*.

A pecuária brasileira passa por um momento de grande importância, atravessando a barreira de uma pecuária produtora de *commodities* para uma pecuária que elabora produtos diferenciados, padronizados e com qualidade. E para isso a pecuária precisa mostrar-se eficiente desde a produção dos animais até o produto que chegará à mesa do consumidor, seja ele um brasileiro ou um consumidor dos países importadores da carne brasileira.

Apesar desta posição de destaque no cenário econômico, a pecuária de corte nacional se caracteriza por apresentar baixa produtividade e uma grande variação na qualidade da carne produzida, fatos que podem comprometer a competitividade deste setor no mercado globalizado. Dentre os fatores que explicam essas características negativas, destacam-se a variabilidade genética

das raças bovinas utilizadas na produção de carne e a grande variação dos sistemas de produção adotados.

O rebanho de corte brasileiro é composto majoritariamente (80%) por animais da subespécie *Bos indicus* e por produtos de seu cruzamento com animais da subespécie *Bos taurus*. Apesar da proximidade filogenética, estas duas subespécies apresentam características fenotípicas bastante distintas com reflexos marcantes na eficiência produtiva, reprodutiva e na qualidade da carne produzida.

De maneira geral os zebuínos apresentam grande rusticidade, caracterizada pela adaptação às condições climáticas das regiões tropicais e pela resistência e tolerância aos endo e ectoparasitas, bem como a algumas doenças infecto-contagiosas. Os taurinos, por sua vez, são menos adaptados ao clima tropical e apresentam maior suscetibilidade às doenças e infestações parasitárias, em contrapartida, são conhecidos pela maior eficiência no que se refere aos parâmetros produtivos e reprodutivos, quando os mesmos encontram-se em ambiente favorável ao seu desempenho.

Crescimento animal

Durante o desenvolvimento do animal ocorrem mudanças na composição da carcaça quanto às quantidades de músculo, gordura e ossos, e neste período fatores genéticos e ambientais podem influenciar na deposição destes tecidos. Segundo Berg e Buterfield (1976), ao nascimento os animais

apresentam duas vezes mais músculos que ossos, e a velocidade de crescimento do tecido muscular também é maior que os ossos no período pós-natal, resultando numa maior proporção músculo/osso quando o animal alcança a maturidade, período em que o crescimento do tecido muscular desacelera (SANTOS, 1999).

O abate de animais jovens visa explorar ao máximo a eficácia na deposição de massa muscular que ocorre no período de crescimento. Segundo Almeida (2005) a eficiência produtiva e econômica dos sistemas de produção de gado de corte é altamente dependente de medidas racionais de manejo alimentar, da genética animal e da interação entre estes. Desta forma, tornou-se indiscutível a necessidade de avaliações dentro dos sistemas de produção quanto ao desempenho e as características de carcaça de diferentes grupos genéticos de bovinos (HUFFMAN et al., 1990; LUCHIARI FILHO, 2000).

É de extrema importância conhecer a curva de crescimento de bovinos de corte, bem como fatores que influenciam o crescimento e desenvolvimento dos animais (GRANT e HELFERICH, 1991), pois a mesma fornece informações relevantes para que sejam estabelecidos planejamentos estratégicos de manejo e de práticas de nutrição (BULLOCK et al., 1993; ARRIGONI et al., 1998; MAHER et al., 2004), contribuindo para a adoção de tecnologias que mais se enquadram aos animais utilizados. A formulação de rações e suplementos deve levar em consideração as particularidades de cada etapa do crescimento animal, tendo como objetivo o atendimento correto das exigências nutricionais das diferentes categorias do rebanho (CERVIERI, 2003).

De acordo com NRC (1984), há semelhança na biologia básica do crescimento de todos os bovinos de corte, mas existem diferenças no tamanho a maturidade e nas taxas de crescimento, o que gera acentuada influência na aplicação das práticas de manejo e dos princípios de nutrição.

O crescimento é considerado uma das formas mais importantes de produção animal porque, influi decisivamente sobre as demais funções exploradas pelo homem nas espécies domésticas (BERG e BUTTERFIELD, 1976). É um fenômeno biológico complexo, que envolve as interações entre fatores hormonais, nutricionais, genéticos e de metabolismo (BULTOT et al., 2002), sendo definido como o aumento do tamanho, decorrente de mudanças na capacidade funcional de vários órgãos e tecidos do animal, que ocorrem desde a concepção até a maturidade (SILLENCE, 2004).

Na produção animal o crescimento é um fator de grande importância, pois caracteriza o processo de desenvolvimento corporal dos animais que está associado à eficiência econômica de um sistema de produção. A síntese e degradação de proteína (*turnover* protéico) nos animais é um processo contínuo e o crescimento é resultante do excedente da taxa de síntese em relação à taxa de degradação (BUTTERY, 1981).

A importância da padronização dos sistemas de produção de carne é a garantia da qualidade do produto que atenda as exigências de mercado (SILVEIRA, 2003). Luchiari Filho (1998) relata que a utilização de bovinos jovens e não castrados é uma alternativa viável para a produção de carne, dada a atual demanda de mercado por um produto magro e mais saudável. Schoonmaker et al., (2002a) discutem que os sistemas produtivos de bovinos

inteiros jovens com dietas de alta densidade energética, ou seja, dietas com grande quantidade de grãos possibilitam excelentes resultados no desempenho e características de carcaça de bovinos.

De acordo com a literatura animais jovens possuem alta eficiência na conversão de alimento em massa muscular e posteriormente em carne (MYERS et al., 1999; SCHOONMAKER et al., 2002a; SCHOONMAKER et al., 2002b), visto que estão na fase pré-puberdade de auto-aceleração. No período compreendido entre o nascimento e a puberdade observa-se maior eficiência na conversão dos alimentos em peso corporal, reflexo do menor custo energético para deposição de tecido muscular, o qual apresenta grande desenvolvimento nesta fase (CERVIERI, 2003). Devido aos menores requerimentos energéticos de manutenção há um maior direcionamento da energia para ganhos, colaborando desta forma com a melhor eficiência animal encontrada nessa fase (NRC, 1996).

No confinamento de bovinos jovens para terminação, segundo Brondani (2002) o manejo adequado e a tecnologia aplicada permitem que estes alcancem pesos e acabamento de carcaça dentro dos limites estabelecidos pelos frigoríficos.

O modelo do novilho superprecoce explora a máxima eficiência biológica dos animais, que pode ser definida, primariamente, como o ganho de peso vivo em relação ao consumo de energia, sendo este um excelente sistema intensivo de criação de bovinos e, conseqüentemente, de produção de carne. O sistema concilia os efeitos da manipulação de fatores genéticos e das modificações ambientais (alimentos, manejos alimentares e suplementos) nas

transformações e desenvolvimento dos tecidos durante a fase acelerada de crescimento, objetivando o aumento da eficiência biológica dos animais (SILVEIRA, 1999). A taxa, a eficiência de ganho de peso e as características de carcaça são os maiores determinantes da eficiência de sistemas de produção de carne bovina.

O ponto inicial para se estabelecer o sistema superprecoce está na escolha das raças para compor os cruzamentos industriais, uma vez que a precocidade é uma característica herdável e a escolha dos animais deve recair nas raças, linhagens, ou mesmo indivíduos menores que alcancem a puberdade primeiro, o que coincide com os animais mais eficientes para a habilidade materna das matrizes no processo, não deixando de lado cruzamento inicial (SILVEIRA, 1999). As raças podem ser classificadas quanto tamanho corporal e grau de musculabilidade, no Quadro 1 as raças estão distribuídas quanto o tamanho a maturidade e o grau de musculabilidade.

Tamanho	Grau de musculabilidade		
	Grossa	Moderada	Fina
Pequeno		Angus, Gir, Red Angus	Gir leiteiro, Jersey, Pitangueiras
Médio	Belgian Blue, Limousin, Piemontês	Brahman, Brangus, Canchin, Hereford, Nelore	Caracu, Ayrshire, Lincoln red, Shorthorn Leiteiro
Grande	Blonde D'Aquitaine, Charolês, Chianina, Fleckieh	Marchigiana, Pardo Suíço, Simental	Holandês, South Devon

Quadro 1. Classificação das raças de acordo com grau de musculabilidade e tamanho, adaptado de Santos et al. (1999).

Dentre os principais fatores que alteram o crescimento dos ruminantes, Owens et al. (1993) relataram que as relações entre tamanho corporal à

maturidade (*Frame-size*), a absorção dos nutrientes para a formação dos vários tecidos corporais, bem como as técnicas de manipulação da nutrição animal tem sido mais estudadas com o intuito de explorar ao máximo todo o potencial de crescimento.

O tamanho a maturidade de modo geral é considerado como o ponto no qual a massa muscular atinge seu máximo crescimento, ou seja, a máxima hipertrofia das células do tecido muscular com conseqüente aumento do desenvolvimento do tecido adiposo (OWENS et al., 1993).

Segundo Arrigoni et al. (2004) a determinação da composição corporal e da quantidade de carne produzida é uma interessante ferramenta quando trabalha-se no modelo biológico superprecoce. Pois desta maneira é possível determinar a eficiência biológica de animais de diferentes tamanhos à maturidade e otimizar a utilização dos recursos alimentares para cada genótipo, ponto crítico para a eficiência do processo de produção de novilho superprecoce onde os animais são abatidos aos 12 meses de idade.

Restle e Vaz (2003) demonstraram que a eficiência na pecuária de corte está relacionada à redução na idade de abate, ao potencial genético do animal e à qualidade da alimentação. Além disso, a pesquisa nacional exerce um importante papel no processo de monitoramento da qualidade da carne produzida.

Hadlich (2004) encontrou que a carne proveniente de animais de diferentes grupos genéticos produzidos no sistema do novilho superprecoce, após período de maturação de sete dias, não apresentou diferença quanto a qualidade em especial aquelas características utilizadas para mensuração da

maciez. Após sete dias de maturação, resultados de força de cisalhamento não ultrapassaram 4,5 kg, que é o valor limitante entre a carne macia e a dura (SHACKELFORD et al., 1991). Para o índice de fragmentação miofibrilar (MFI) os grupos genéticos estudados não apresentaram valores inferiores a 60, visto que valores de MFI inferiores a 60 indicam carne de menor maciez (CULLER et al., 1978).

Crescimento do tecido muscular

Existe uma grande variação individual na qualidade de carne entre os animais da mesma e de diferentes raças, sexo e ambiente, o que ainda gera uma série de discussões e pesquisas para que essas disparidades sejam esclarecidas (LAWRIE, 1985). Esta variação é provavelmente causada por diferenças em vários fatores conhecidos e desconhecidos, intrínsecos (genéticos) e extrínsecos (ambiente), os quais interagem e determinam os resultados dos processos metabólicos no período pré e *postmortem* (KLONT et al., 1998). Dentre estes fatores podemos citar a composição da fibra muscular, a área de fibra e a quantidade de capilares dos músculos. Estas diferenças podem ocorrer entre diferentes músculos de um mesmo animal ou entre animais, outras variáveis estão relacionadas que podem influenciar na qualidade de carne são a localização do músculo, a idade, o peso e a raça (CASSENS e COOPER, 1971; ÉSSEN-GUSTAVSSON, 1995).

O *turnover* de proteínas e o sistema de deposição destas diferem entre os tipos de fibras (GARLICK et al., 1989). Pesquisadores acreditam que diferenças quanto a taxa de crescimento podem ter impacto em um tipo de fibra específico (BAILLIE e GARLICK, 1991), neste caso, a resposta diferencial dos tipos de fibras para as estratégias de crescimento em relação ao tamanho da fibra e a respectiva ocupação de sua área por tipos diferentes de fibras pode ter impacto na qualidade de carne, e conseqüentemente contribuir com a dissonância quanto as características de qualidade de carne (MALTIN et al., 2001).

A avaliação das fibras musculares esqueléticas pode ser uma ferramenta utilizada para acompanhar o crescimento dos animais em razão da idade e das particularidades de desenvolvimento do músculo (ARRIGONI, 2004).

Crescimento muscular e qualidade de carne

Dentre as características que compõem a qualidade sensorial da carne bovina, a maciez é considerada a de maior impacto na satisfação dos consumidores. O mecanismo biológico responsável pelo processo de amaciamento da carne tem sido alvo de muitos estudos, envolvendo características de qualidade de carne e mostrando o efeito da associação de fatores, como produção (idade, sexo, alimentação, raça, etc.), atributos sensoriais (cor, textura, sabor) e características biológicas do tecido muscular (colágeno, fibras, lipídeos, enzimas, etc.) (RENAND et al., 2001).

Koohmaraie (2003), estudando diferentes raças de bovinos observaram que aproximadamente 46% das variações na maciez da carne são devido à genética, enquanto que 54% das variações são explicadas pelo efeito de ambiente. Quando a análise é feita dentro de uma mesma raça, a genética explica 30% das variações na maciez, enquanto que 70% são dependentes do efeito de ambiente.

As diferenças na maciez da carne, quando a análise é feita entre indivíduos da mesma raças (incluindo *Bos indicus*), é tão grande quanto aquela entre raças, permitindo vislumbrar a produção de carne de qualidade a partir do rebanho nacional, visto que o mesmo é composto basicamente por animais de raças zebuínas e seus cruzamentos.

Mesmo utilizando as ferramentas do melhoramento genético, os fatores ambientais ainda são responsáveis pela maioria das variações na maciez da carne. Em vista disso é necessário que além do investimento em genética sejam controlados os pontos críticos ligados à produção para uma eficiente produção de carne com atributos de qualidade (KOOHMARAIE, 2003).

A associação entre características de qualidade, em especial a maciez, e características dos tipos de fibras musculares, tem sido muito estudada nos últimos anos. Pesquisas envolvendo a maciez da carne e o tipo de fibra tem demonstrado a ocorrência de correlações entre estas duas características (OCKERMAN et al., 1984; KARLSSON et al., 1993; MALTIN et al., 2001; CHANG et al., 2003; RYU e KIM, 2005).

A nomenclatura adotada para os diferentes tipos de fibras segue os critérios de Peter et al. (1972), que classificaram as fibras em SO (fibras de

contração lenta, metabolismo oxidativo e coloração vermelha), FOG (contração rápida, metabolismo oxidativo-glicolítico e coloração intermediária) e FG (contração rápida, metabolismo glicolítico e coloração branca).

Pesquisadores (OCKERMAN et al., 1984; MALTIN et al., 1998) encontraram em seus estudos correlação positiva entre a proporção das fibras do tipo I, ou seja, fibras de metabolismo oxidativo (SO) ou contração lenta e maciez medida por painel sensorial na carne de bovinos. Por outro lado, Zamora et al. (1998) observaram que a maior ocorrência de fibras do tipo I (SO) e tipo IIA (FOG) de músculo *Longissimus dorsi* de bovinos estão positivamente relacionadas com carnes de menor maciez.

Estudos envolvendo o estado nutricional, a taxa de crescimento antes do abate e o processo de amaciamento da carne tem gerado muitos resultados e, mesmo assim ainda é um assunto com muitos questionamentos (THERKILDSEN et al., 2002). Os mesmos autores relataram a possibilidade da maciez da carne ser afetada pela taxa de crescimento, sendo essa relação estabelecida pelo aumento da fragmentação miofibrilar no *postmortem*, apresentada por animais com maior taxa de crescimento. Neste mesmo sentido Renand et al. (2001) já haviam encontrado 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.

Foi encontrada também correlação negativa entre tamanho da fibra FG e maciez, e correlação positiva entre tamanho da fibra SO e maciez (CALKINS et al. 1981), enquanto que Crouse et al. (1991) encontraram uma relação positiva entre força de cisalhamento e tamanho das fibras (todos os tipos de fibras,

$r_p=0,53$) e área das fibras FG e porcentagem de FG ($r_p=0,60$) somente às 24 horas *postmortem*, não havendo diferença aos seis e 14 dias *postmortem*.

O efeito do sistema de produção nas características das fibras musculares está relacionado principalmente aos diferentes níveis de atividade física, aos níveis de ingestão de alimento (THERKILDSEN et al., 1998) e a alimentação utilizada (pastagem ou confinamento), visto que o efeito do exercício pesado é pouco relatado e estudado em bovinos.

Trabalhos onde se estudou a relação entre o reduzido nível de alimentação e as características das fibras musculares mostraram que o baixo nível alimentar pode conduzir a uma maior frequência de fibras SO ou FOG e menor frequência de FG (JOHNSTON et al., 1981; SEIDEMAN e CROUSE, 1986; YAMBAYAMBA e PRICE, 1991).

A composição da fibra muscular de diferentes músculos esqueléticos pode ser um dos fatores mais importantes que influenciam os eventos bioquímicos associados com a conversão deste tecido em carne. No geral, músculos compostos predominantemente de fibras FG são mais suscetíveis à glicólise no *postmortem*, desenvolvimento do *rigor mortis* e proteólise que músculos compostos predominantemente por fibras SO (MONIN e QUALI, 1991).

As fibras musculares podem ser classificadas de acordo com o metabolismo, contratibilidade e cor. Um ponto importante quando analisamos a composição do tipo de fibra de um músculo é a relação com a qualidade da carne; diferenças estruturais estão associadas com diferentes tipos de fibras e as variações destas fibras dentro do músculo. Muitos pesquisadores relataram

uma relação inversa entre o diâmetro da fibra e a capacidade oxidativa da mesma. As fibras do tipo SO são as menores (metabolismo oxidativo), enquanto que as fibras FG (metabolismo glicolítico) são as que apresentam os maiores diâmetros e as fibras FOG (metabolismo oxidativo-glicolítico) apresentam tamanho intermediário (CASSENS e COOPER, 1971; ROSSER et al., 1992). Neste sentido, Quali (1990) demonstrou que as fibras SO necessitaram de menor tempo de maturação devido à maior quantidade de calpaína.

Desta forma uma maneira de entender melhor o complexo processo de maturação da carne seria estudar os fatores biológicos e bioquímicos associados à maturação em músculos de diferentes contratibilidade e metabolismo (QUALI, 1990).

O processo de *rigor mortis* é ocorre após o abate e é responsável pela transformação do músculo em carne, este processo ocorre com consumo de glicogênio como fonte de energia, varia entre os músculos, implicando que os diferentes tipos de fibras musculares são capazes de ter diferentes respostas durante o *rigor mortis*, o que poderia afetar a qualidade da carne (CHIKUNI et al., 2004).

A variação da distribuição do tipo de fibra muscular é muito importante quando se estuda sua relação com a qualidade da carne, por exemplo, músculos envolvidos com a postura apresentam maior proporção de fibras SO que aqueles envolvidos com a movimentação dos animais (TOTLAND e KRYVI, 1991; HENCKEL, 1995). Diferenças entre os tipos de fibras que

compõem diferentes, ou um mesmo músculo, são altamente associadas com a variação da qualidade da carne (KLONT et al., 1998).

Desta forma o estudo das possíveis correlações existentes entre a taxa de crescimento, as características das fibras musculares e o processo de amaciamento da carne no *postmortem*, é de grande interesse para a seleção e melhoramento animal visando a produção mais eficiente de carne com qualidade.

O presente trabalho teve como objetivo estudar o padrão de crescimento do tecido muscular esquelético e suas correlações com a qualidade final da carne de animais *Bos indicus* e mestiços *Bos indicus* X *Bos taurus* submetidos ao modelo de biológico Superprecoce.

O Capítulo 2, denominado **Características do crescimento do tecido muscular esquelético e a maciez da carne de bovinos Nelore no modelo biológico superprecoce**, apresenta-se de acordo com as normas para publicação na revista *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. O trabalho teve como finalidade estudar o padrão de crescimento do tecido muscular por caracterização das fibras musculares durante o desenvolvimento animal e suas conseqüências na maciez final da carne de bovinos Nelore.

O Capítulo 3, denominado **Características qualitativas da carcaça e da carne de bovinos de corte de diferentes taxas de crescimento submetidos ao sistema de produção superprecoce**, apresenta-se de acordo com as normas para publicação na *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. O presente trabalho teve como objetivo avaliar as características de qualidade da carne de animais de diferentes taxas de crescimento.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, R. Consumo e eficiência alimentar de bovinos em crescimento. 2005. 181 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens)– Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

ARRIGONI, M. B. et al. Desempenho, fibras musculares e carne de bovinos jovens de três grupos genéticos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 39, n. 10, p. 1033-1039, out. 2004.

_____. Estudo dos efeitos da restrição alimentar nas características das fibras musculares de bovinos jovens confinados. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 33, p.1121-1127, 1998.

BAILLIE, A. G. e GARLICK, P. J. Responses of protein synthesis in different skeletal muscles to fasting and insulin in rats. American Journal of Physiology, v. 260, p. E891-E896, 1991.

BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. New concepts of cattle growth. New York, 1976. 240 p.

BRONDANI, I. L. Desempenho e características de carcaça de bovinos jovens. 2002. 133 p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Faculdade de Ciências Agornômicas e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

BULLOCK, K. D.; ERTRAND, J. K.; BENYSHEK, L. L. Genetic and environmental parameters for mature weight and other growth measures in Polled Hereford cattle. Journal of Animal Science, Champaign, v. 71, p. 1737-1741, 1993.

BULTOT, D. et al. Performance and meat quality of Belgian Blue, Limousin and Aberdeen Angus bulls fattened with two types of diet. Proceedings of Teme Rencents. Rech. Ruminant, Paris, p. 271, 2002.

BUTTERY, P.J. Protein turnover in animals. Tropical Animal Production, v. 6, p. 204, 1981.

CALKINS, C. R. et al. Relation of fiber type composition to marbling and tenderness of bovine muscle. Journal Food Science, Chicago, v. 46, p. 708-710, 1981.

CASSENS, R. G.; COOPER, C. C. Red and white muscle. Advances in Food Research, v. 19, p. 1-74, 1971.

CERVIERI, R. C. Níveis plasmáticos hormonais e crescimento muscular de bovinos superprecoces recebendo somatotropina bovina recombinante (rbST). 2003. 86 f. Tese (Doutorado em Nutrição e Produção Animal)–Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

CHANG, K. C. et al. Relationships of myosin heavy chain fibre types to meat quality traits in traditional and modern pigs, Meat Science, Barking, v. 64, p. 93–103, 2003.

CHIKUNI, K.; MUROYA, S; NAKAJIMA, I. Myosin heavy chain isoforms expressed in bovine skeletal muscles, Meat Science, Barking, v. 67, p. 87-94, 2004.

CROUSE, J. D., KOOHMARAIE, M.; SEIDEMAN, S. D. The relationship of muscle fibre size to tenderness of beef. Meat Science, Barking, v. 30, p. 295-302, 1991.

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

ÉSSEN-GUSTAVSSON, B. Effects of physical stress on muscle fibre characteristics-Relation to meat quality. In: WORKSHOP MUSCLE GROWTH AND MEAT QUALITY, 2., 1995, Restock. Proceedings..., 1995. p. 65-73.

GARLICK, P. J. et al. Fiber-type composition of nine rat muscles. II. Relationship to protein turnover. American Journal of Physiology, v. 257, p. E828-E832, 1989.

GRANT, A. L.; HELFERICH, W. G. An overview of growth: growth regulation in farm animals. London: Elsevier Science, 1991. p. 1-15 (Advances in meat research, v. 7).

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

HENCKEL, P. (1995) Perimortal metabolic events and consequences for meat quality. In: WORKSHOP MUSCLE GROWTH AND MEAT QUALITY, 2., 1995, Restock. Proceedings..., 1995. p. 77-82.

HUFFMAN, R. D. et al. Effects of percentage Brahman and Angus slaughter end point on feedlot performance and carcass characteristics' breeding, age-season of feeding. Journal Animal Science, Champaign, v. 68, p. 2243-2252, 1990.

JOHNSTON, D. M. et al. Influence of breed type, sex, feeding system and muscle bundle size on bovine fiber type characteristics. Journal of Food Science, Chicago, v. 46, p. 1760-1765, 1981.

KARLSSON, A. et al. Muscle histochemical and biochemical properties in relation to meat quality during selection for increased lean tissue growth rate in pigs. Journal of Animal Science, Champaign, v. 71, p. 930-938, 1993.

KLONT, R. E. et al. Muscle fibre type and meat quality. Meat Science, Barking, v. 49, p. S219-S229, 1998.

KOOHMARAIE, M. The biological basis of meat tenderness and potential genetic approaches for its control and prediction. Disponível em: <http://meats.marc.usda.gov/MRU_WWW/ICMST95/ICMST95.html> Acesso em: 10 jan. 2003.

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

LUCHIARI FILHO, A. Pecuária da carne bovina. São Paulo: LinBife, 2000. 134 p.

_____. Perspectiva da bovinocultura de corte no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, 1998, Campinas. Anais... Campinas: CNBA, 1998. p. 1-10.

MAHER, S. C. et al. Variation in the eating quality of M. *Longissimus dorsi* from Holstein-Fresian bulls and steers of New Zealand and European/American descent, and Belgian Blue x Holstein-Fresians, slaughtered at two weights. Livestock Production Science, v. 90, p. 271-277, 2004.

MALTIN, C. A. et al. Factors influencing beef eating quality 2. Effects of nutritional regimen and genotype on muscle fibre characteristics. Animal Science, v. 72, p. 279-287, 2001.

_____. The effects of age at slaughter, genotype and finishing system on the biochemical properties, muscle fibre type characteristics and eating quality of bull beef from suckled calves. Animal Science, v. 66, p. 341-348, 1998.

BOLETIM AGROPECUÁRIO. Brasília, DF: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em <www.boletimpecuario.com.br>. Acesso em: 10 jul. 2006.

MONIN, G. e QUALI, A. Muscle differentiation and meat quality. In R. Lawrie (Ed.), *Developments in meat science*, 5th ed., London: Elsevier Applied Science, p. 89-157, 1991.

MYERS, S. E. et al. Production systems comparing early weaning to normal weaning with or without creep feeding for beef steers. Journal of Animal Science, Champaign, v. 77, p. 300-310, 1999.

NRC: nutrient requirement of beef cattle. Washington: National Academy Press, 1996. 242 p.

OCKERMAN, H. W. et al. Castration and sire effects on carcass traits, meat palatability and muscle fibre characteristics in Angus cattle. Journal of Animal Science, Champaign, v. 59, p. 981-990, 1984.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. Journal of Animal Science, Champaign, v. 71, p. 3138-3150, 1993.

PETER, J. B. et al. Metabolic profiles of three types of fibers of skeletal muscles in guinea pig and rabbits. Biochemistry, Washington, v. 11, p. 2627-2633, 1972.

QUALI, A. Meat tenderisation: possible causes and mechanisms; a review. Journal of Muscle Foods, v. 1, p. 129-165, 1990.

RENAND, G. et al. Relationship between muscle characteristics and meat quality traits of young Charolais bulls. Meat Science, Barking, v. 59, p. 49-60, 2001.

RESTLE, J. e VAZ, F. N. Eficiência e Qualidade na produção de carne bovina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. Anais... Santa Maria: UFSM, 2003. 1 CD-ROM.

ROSSER, B. W. C., NORRIS, B. J.; NEMETH, P. M. Metabolic capacity of individual fibres from different anatomic locations. Journal of Histochemistry and Cytochemistry, v. 40, n. 6, p. 819-825, 1992.

RYU, Y. C. e KIM, B. C. The relationship between muscle fiber characteristics, postmortem metabolic rate, and meat quality of pig longissimus dorsi muscle. Meat Science, Barking, v. 71, p. 351-357, 2005.

SANTOS, R. Os cruzamentos na pecuária tropical. (edição comemorativa de 100 anos de pesquisas oficiais sobre cruzamentos (1899-1999)). Cidade: Editora Agropecuária Tropical, 1999. 672 p.

SCHOONMAKER, J. P. et al. Effect of age at feedlot entry on performance carcass characteristics of bulls and steers. Journal of Animal Science, Champaign, v. 80, p. 2247-2254, 2002b.

_____. Effect of an accelerated finish program on performance, carcass characteristics, and circulating insulin-like growth factor-I concentration of early-weaned bulls and steers. Journal of Animal Science, Champaign, v. 80, p. 900-910, 2002a.

SEIDEMAN, S. C.; CROUSE, J. D. The effects of sex condition, genotype and diet on bovine muscle fiber characteristics. Meat Science, Barking, v. 17, p. 55-72, 1986.

SHACKELFORD, S. D. et al. An evaluation of tenderness of the Longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. Journal of Animal Science, Champaign, v. 69, n. 1, p. 171-177, 1991.

SILLENCE, M. N. Technologies for the control of fat and lean deposition in livestock. The Veterinary Journal, v. 167, p. 242-257, 2004.

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

SILVEIRA, A. C. Sistema de produção de novilhos superprecoces. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 1999, Goiânia. Anais... Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1999. p. 105-122.

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

_____. Effect of feeding level, grazing and finishing on growth and carcass quality of young Friesian bulls. Acta Agriculturae, Scandinavica, Section A. Animal Science, v. 48, p. 193-201, 1998.

TOTLAND, G. K. and KRYVI, H. Distribution patterns of muscle fibre types in major muscles of the bull (*Bos taurus*). Anatomy and Embryology, v. 184, p. 441-450, 1991.

YAMBAYAMBA, E. e PRICE, M. A. Fiber-type proportions and diameters in the longissimus muscle of beef heifers undergoing catch-up (compensatory) growth. Canadian Journal of Animal Science, Champaign, v. 71, p. 1031-1035, 1991.

ZAMORA, F.; CHAIB, F.; DRANSFIELD, E. Calpains and calpastatin from cold-shortened bovine *M. longissimus lumborum*. Meat Science, Barking, v. 49, p. 127–133, 1998

**CARACTERÍSTICAS DO CRESCIMENTO DO TECIDO MUSCULAR
ESQUELÉTICO E A MACIEZ DA CARNE DE BOVINOS NELORE NO
MODELO BIOLÓGICO SUPERPRECOCE**

Resumo

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de estudar o padrão de crescimento do tecido muscular por caracterização das fibras musculares durante o desenvolvimento animal e suas conseqüências na maciez final da carne de bovinos da raça Nelore. Foram utilizados 20 animais da raça Nelore criados no modelo biológico superprecoce. Durante o crescimento foi realizada biopsia nos animais para analisar a composição do tecido muscular no animal *in vivo* e sua influência na qualidade da carne *postmortem*. A área e diâmetro das fibras SO, FOG e FG (fibras oxidativas, oxidativas-glicolíticas e glicolíticas) apresentaram correlações ($P < 0,01$) entre elas demonstrando que o crescimento é um evento que ocorre concomitantemente para os diferentes tipos de fibras. Com relação aos parâmetros de qualidade de carne foi encontrada correlação positiva entre a área e diâmetro das fibras FG e valores de força de cisalhamento ($r_p = 0,68$, $P < 0,05$; $r_p = 0,81$, $P < 0,01$ respectivamente) e correlações negativas entre área e diâmetros das fibras FG e índice de fragmentação miofibrilar, ambos medidos na carne com 48 horas de resfriamento ($r_p = -0,75$, $P < 0,01$; $r_p = -0,58$, $P > 0,05$ respectivamente). Desta maneira podemos inferir que o tamanho da fibra muscular pode influenciar negativamente nas características de qualidade de carne, em especial a maciez.

Palavras chave: *Bos indicus*, Fibras musculares, Qualidade de carne

**GROWTH CHARACTERISTICS OF MUSCLE TISSUE AND MEAT
TENDERNESS OF NELLORE BREED IN BIOLOGICAL MODEL
“SUPERPRECOCES”**

Abstract

The present work was lead with objective to study the standard of growth of the tissue muscular by characterization of the muscular fibers during the animal development and the consequences in the final meat tenderness of bovines of Nellore breed. Twenty animals of Nellore breed had been feedlot in the “superprecoce” biological model. During the growth samples were collected by biopsy in animals to analyze the composition of muscular tissue in living animal and the influence in the meat quality on the *postmortem*. The area and diameter of fibers SO, FOG and FG (slow oxidative, fast oxidative-glicolitic and fast glicolitic), had showed correlations ($P < 0,01$) between them demonstrating that growth is an event which occurs concomitantly for different types of fibers. In relation to the characteristics of meat quality it was found a positive correlation between the area and diameter of fibers FG and shear force values ($r_p = 0,68$, $P < 0,05$; $r_p = 0,81$, $P < 0,01$ respectively) and negative correlations between FG area and diameters of fibers and myofibrilar fragmentation index, both measured in the meat with 48 hours of cooling ($r_p = -0,75$, $P < 0,01$; $r_p = -0,58$, $P > 0,05$ respectively). In this way we can infer which size of muscular fiber can influence negatively in meat quality characteristics of, tenderness especially.

Key words: *Bos indicus*, Meat Quality, Muscle fibers

Introdução

O rebanho brasileiro de bovinos de corte é constituído basicamente por animais zebuínos, principalmente da raça Nelore que é altamente adaptada às condições tropicais e ao sistema extensivo de produção. Entretanto, esses animais apresentam menor produtividade em relação aos animais cruzados com raças taurinas, o que gera a necessidade de utilização de um sistema de produção onde o potencial destes animais seja explorado totalmente.

Inúmeras são as fontes de variação na qualidade de carne que têm sido sugeridas, dentre elas nutrição, taxa de crescimento e características das fibras musculares. Muitos pesquisadores observaram que o rápido crescimento, como o conseguido pela alimentação *ad libitum*, resultou em animais com carne mais macia, sugerindo que existe uma correlação positiva entre a taxa de crescimento e a maciez (ABERLE et al., 1981; BLANCHARD, 1994; LISTER, 1994).

Os animais jovens são biologicamente mais eficientes convertendo melhor os alimentos em ganho de peso (BERG e BUTERFIELD, 1976; OWENS et al., 1993; SILVEIRA, 1999; MAHER et al., 2004; ROdBOTTEN et al., 2004;). Neste enfoque, a busca pela redução de idade de abate nada mais é que uma busca pela eficiência do sistema, uma vez que a transformação dos alimentos consumidos em peso decresce com o aumento da idade do animal (ARRIGONI et al., 2004).

Lobley et al. (2000) relataram que o tipo de nutrição e a taxa de crescimento alteram o metabolismo protéico no músculo, e que há um pequeno

impacto na qualidade de carne (SINCLAIR et al., 2001). O aumento de massa muscular pós-natal geralmente é alcançado pelo aumento do tamanho da fibra muscular que pelo número de fibras.

A síntese e a degradação de proteínas (*turnover* protéico) nos animais é um processo contínuo e o crescimento é resultante do excedente da taxa de síntese em relação à taxa de degradação (BUTTERY, 1981). O sistema enzimático calpaína/calpastatina é o fator limitante no *turnover* das proteínas miofibrilares. Desta forma, a manipulação deste sistema poderia resultar em mudanças no crescimento e na taxa de degradação das proteínas miofibrilares (KOOHMARAIE et al., 2002). Os autores afirmam ainda que há evidências de que o sistema das calpaínas é o maior regulador da degradação da proteína muscular.

Autores têm encontrado correlações entre tamanho da fibra muscular, principalmente das fibras FG, e maciez da carne medida pela força de cisalhamento após 24 horas de resfriamento (CALKINS et al., 1981; CROUSE et al, 1991).

Desta maneira, a intensificação na velocidade do crescimento muscular, aliada a uma rápida terminação da carcaça parece ser a maneira mais factível e eficiente de se obter um produto de melhor qualidade e competitividade no atual mercado consumidor de carne.

O trabalho teve como finalidade estudar o padrão de crescimento do tecido muscular por caracterização das fibras musculares durante o desenvolvimento animal e suas conseqüências na maciez final da carne de bovinos Nelore.

Material e Métodos

Produção dos Animais

O experimento zootécnico de campo do presente trabalho foi desenvolvido no Setor de Confinamento da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – FMVZ, Campus de Botucatu.

Foram utilizados bezerros machos inteiros da raça Nelore (n=20) desmamados aos 7–8 meses de idade em sistema *creep-feeding* e confinados até atingirem peso de abate (aproximadamente 450 kg de peso vivo) com idade entre 12 e 15 meses de, caracterizando assim os produtos como novilhos superprecoces.

O acompanhamento do crescimento dos animais no período de confinamento foi realizado por meio de pesagens a cada 28 dias, para verificar o ganho de peso diário médio e se estavam sendo supridas as exigências dos animais, com isso tornando o sistema altamente eficiente. Os animais foram alimentados com a dieta descrita na Tabela 1.

Tabela 1. Porcentagem dos alimentos utilizados na ração experimental e composição da dieta total na matéria seca (MS).

<i>Ingredientes</i>	<i>%</i>
Feno de <i>Tifton</i>	9,0
Silagem de milho	21,0
Silagem de grãos úmidos de milho	50,0
Concentrado NUTRUMIN ¹	20,0
DIETA TOTAL	
Energia Metabolizável para Ganho (kg/dia)	1,27
Proteína Metabolizável para Ganho (kg/dia)	1,92
Energia Líquida da Dieta (Mcal/kg MS)	1,11
Nutrientes Digestíveis Totais (%)	82,0
EM (Mcal/kg de MS)	2,6
Proteína Bruta (%)	16,0
Fibra em Detergente Neutro (%)	29,0
Proteína Degradável no Rúmen (%PB)	74,0
Fibra em Detergente Neutro efetivo	20,0
Extrato Etéreo (%)	5,0

¹Composição do concentrado NUTRUMIN: 42,2% polpa cítrica, 29,2% farelo de mandioca, 13,4% farelo de soja, 11,9% protenose, 2,6% núcleo mineral², 0,7% uréia e 0,02% rumensin.

² Composição do núcleo mineral: (por kg de produto): 180g de Ca, 130g de P, 1.250mg de Cu, 5.270mg de Zn, 2.000mg de Mn, 100mg de Co, 90mg I, 15mg Se, 2.200mg de Fe, 1.300mg de F.

No período inicial de confinamento foi realizada biopsia nos animais segundo técnica descrita por Dubowitz e Brooke (1973) para estudo do perfil morfométrico do tecido muscular esquelético. Foram colhidos fragmento do músculo *Semitendinosus*, retirados na porção central do músculo por meio de uma incisão com profundidade aproximada de 5,0 cm, desta forma padronizando as amostras colhidas.

Foram colhidas aproximadamente três gramas de tecido muscular na biopsia, que foram mantidas em temperatura ambiente por aproximadamente 20 minutos para retirada dos fragmentos de 1,0 cm de comprimento por 0,5 cm de diâmetro. Estes fragmentos foram imersos em nitrogênio líquido por um minuto e acondicionados em tubos plásticos (*ependorf*) para armazenamento em freezer -80°C.

Abate e colheita de amostras *postmortem*

Os animais foram abatidos no frigorífico comercial MARFRIG - Ltda, localizado na cidade de Promissão/SP, no período pré-abate os animais foram submetidos a jejum de sólidos por período de 12 a 24 horas. O abate dos animais ocorreu conforme preconizam as normas do abate humanitário e se deu por concussão cerebral com pistola de ar comprimido, seguida pela secção da jugular e estimulação elétrica. As carcaças foram esfoladas pelo método tradicional de tracionamento mecânico por corrente.

Após o abate e antes das carcaças serem levadas à câmara fria, foram

colhidas amostras dos músculos *Semitendinosus* e *Longissimus dorsi* para estudo do perfil morfométrico e do crescimento muscular dos animais. As amostras foram retiradas sempre na mesma região e profundidade ($\pm 5,0$ cm), para manter uma padronização do material colhido. O processamento destas amostras foi o mesmo aplicado às amostras colhidas por biopsia e descrito anteriormente.

As carcaças foram resfriadas por 48 horas em câmara fria à 2°C, para estabelecimento do *rigor mortis*. Após o resfriamento, foram colhidas amostras do músculo *Longissimus dorsi* entre a região da 12^a e 13^a costelas para análises laboratoriais de Índice de Fragmentação Miofibrilar (MFI) e força de cisalhamento (FC).

Maturação das amostras

As amostras retiradas do músculo *Longissimus dorsi*, possuíam espessura de 2,54 cm e eram desprovidas de osso. As amostras foram embaladas a vácuo em lâminas plásticas adequadas e mantidas sob temperatura de 2°C por sete dias para, posteriormente, serem analisadas quanto a força de cisalhamento e índice de fragmentação miofibrilar.

Perfil morfométrico do tecido muscular esquelético

As análises das fibras musculares colhidas durante o crescimento e logo após o abate dos animais foram realizadas no Laboratório de Biologia do Músculo Estriado do Departamento de Morfologia, ambos do Instituto de Biociências, Unesp, Campus de Botucatu, SP.

As amostras foram retiradas do freezer -80°C e transferidas para o micrótomo criostato a -20°C (Keichert Jung, mod. CM 1800, Leica), onde várias séries de cortes histológicos com 10µm foram obtidos e fixados em lâmina.

Para a realização dos cortes os fragmentos musculares foram dispostos perpendicularmente em suportes metálicos do próprio micrótomo criostato utilizando-se o adesivo líquido OCT Tissue TEK (Optimal Critical temperature Compound, Miles). Em seguida as séries de cortes foram submetidas à técnica histoquímica para verificação da atividade contrátil da ATPase, com pré incubação ácida em pH 4,6 (BROOKE e KAISER, 1970), para a diferenciação dos tipos de fibras musculares.

A nomenclatura dos tipos de fibras utilizada foi a adotada por Peter et al. (1972) com a identificação de três tipos de fibras musculares: SO (oxidativa e de contração lenta), FOG (oxidativas-glicolíticas e de contração rápida) e FG (glicolíticas e de contração rápida). Para a leitura dos campos utilizou-se microscópio óptico (Olympus, ocular 12,5X e objetiva 20X) acoplado ao analisador de imagens de microscopia óptica Leica e computador com programa de análise de imagens (Image-Pro Plus 4.5.0.27).

Força de Cisalhamento

As amostras foram descongeladas por 24 horas em geladeira a temperatura de 2 a 5°C, quando então foram assadas em forno pré-aquecido na temperatura de 200°C, atingindo temperatura interna de 40°C foram viradas permanecendo no forno até atingirem 71°C. A temperatura foi controlada utilizando-se um termômetro com sonda introduzida no centro geométrico das amostras. Após o cozimento as amostras ficaram em temperatura ambiente até atingirem temperatura interna de 22 a 24°C, quando então foram embaladas em sacos plásticos e refrigeradas a 4°C por 24 horas. O procedimento para a análise da força de cisalhamento foi descrito por Wheeler et al. (1995).

A medida da força de cisalhamento foi realizada utilizando-se de um aparelho *Warner-Bratzler Shear Force* mecânico com capacidade de 25 kg e velocidade do seccionador de 20 cm/minuto. Foram feitas oito medidas por amostra a fim de se obter maior precisão nos resultados obtidos.

Índice de Fragmentação Miofibrilar (MFI)

A determinação foi realizada conforme metodologia descrita por Culler et al. (1978). Foram utilizadas amostras do músculo *Longissimus dorsi* colhidas na região entre a 12^a e 13^a costelas submetidas a 48 horas de resfriamento e sete dias de maturação e amostras do músculo *Semitendinosus* colhidas durante o período de crescimento dos animais (biopsia) e no abate. Foram

utilizadas três gramas dos músculos *Longissimus dorsi* e *Semitendinosus* livres de gordura e de tecido conjuntivo. 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) à 2°C (100mM KCl, 20mM de fosfato de potássio pH 7,0, 1mM EDTA, 1mM MgCl₂ e 1mM NaN₃, pH 7,0) duas vezes por 30 segundos com mesmo intervalo em gelo. Após a homogeneização as amostras foram centrifugadas a 1000xg por 15 minutos à 2°C e o sobrenadante foi descartado. O *pellet* foi ressuspendido em 30 mL de TMFI à 2°C e homogeneizado com bastão de vidro.

As amostras foram centrifugadas a 1000xg por 15 minutos à 2°C e o sobrenadante foi novamente descartado. O *pellet* foi então ressuspendido em 7,5 mL de TMFI à 2°C e submetido ao *Vortex* até a amostra tornar-se bastante homogênea para ser filtrada em filtro de polietileno com malha de 1,0mm aproximadamente. Foram adicionados 7,5 mL de TMFI à 2°C para a lavagem do tubo de centrífuga e auxiliar na filtragem. Foi feita quantificação de proteínas miofibrilares totais pelo método do Macro Biureto (GORNALL et al., 1949). Para a determinação do MFI as amostras foram preparadas com o TMFI para um volume final de 8,0 mL e concentração de proteína 0,5 mg/mL.

As amostras foram homogeneizadas por agitação vigorosa e então submetidas à leitura em absorbância no comprimento de onda de 540nm. O valor de MFI foi obtido pelo seguinte cálculo: $MFI = Absorbância \times 200$

Análise Estatística

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em que cada amostra do músculo Longissimus dorsi constituiu uma unidade experimental. O nível de significância foi de 5% para comparação das médias. Foram determinados os coeficientes de correlação linear de Pearson e o tamanho das fibras musculares foi relacionado com a maciez da carne medida por força de cisalhamento e índice de fragmentação miofibrilar. O software foi o SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 1994).

Resultados e Discussão

Na Tabela 2 estão demonstrados os pesos dos animais durante a trajetória de crescimento.

Tabela 2. Peso dos animais do início ao final do período de confinamento, ganho de peso médio diário (GPMd) e dias de confinamento, medidos a cada 28 dias.

Características	Trajetória de crescimento						Dias
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
Pesagens	248,2	286,7	326,9	366,9	399,7	427,0	143
GPMd	-	1,24	1,44	1,47	1,17	0,98	

Para a produção de animais superprecoces é interessante que os mesmos sejam desmamados com peso de moderado a alto, para que desta

maneira alcancem bom peso de abate no curto período de tempo que permanecem confinados, não sobrecarregando economicamente o sistema. Os animais foram confinados com peso médio de 248 kg e em 143 dias conseguiram ganhar aproximadamente 178 kg, resultando num peso final médio de 427 kg.

Os resultados obtidos com relação ao desempenho dos animais mostram a eficiência do sistema em aproveitar ao máximo a fase de crescimento dos animais proporcionando alto ganho de peso em menor tempo e conseqüentemente demonstrando ser um excelente modelo biológico de estudo do crescimento do tecido muscular esquelético de bovinos de corte.

O ganho de peso médio dos animais variou de 0,98 a 1,47 kg/dia/animal, os ganhos de peso começaram baixos e foram aumentando e acompanhando o crescimento dos animais e no final do período de confinamento os ganhos decresceram isso pode ser visto na Figura 1, onde há uma inflexão na reta de ganho de peso no período final do confinamento, demonstrando que com o passar do tempo a eficiência para ganhar peso diminui.

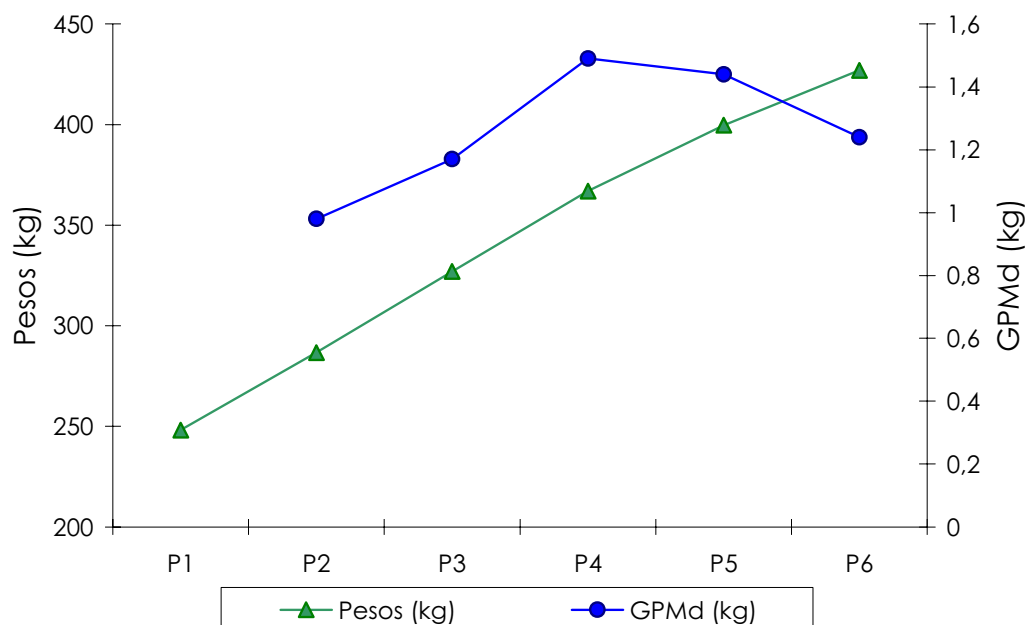


Figura 1. Trajetória de crescimento dos animais da raça Nelore.

Estudando o desenvolvimento de animais mestiços (Aberdeen Angus x Nelore, Canchin x Nelore e Simental x Nelore) superprecoces autores (ARRIGONI et al., 2004) encontraram valores médios de ganho de peso superiores (1,53, 1,48 e 1,43 kg/dia/animal respectivamente) aos encontrados neste trabalho para os animais da raça Nelore (1,25 kg/dia/animal), corroborando com inúmeras pesquisas já realizadas que demonstram a superioridade quanto ao desempenho de animais mestiços (*Bos indicus* x *Bos taurus*) em sistemas intensivos de engorda (HUFFMAN et al., 1990). Essa resposta em produtividade é o resultado dos efeitos da heterose e da complementaridade entre raças, podendo ser usadas no sentido de adequar tipo de animal e ambiente.

Mesmo com estas diferenças em relação ao ganho de peso médio diário dos mestiços, os animais da raça Nelore apresentaram um ganho de peso final similar aos mestiços num período de confinamento 25 dias mais curto que o utilizado no trabalho de Arrigoni et al. (2004), mostrando que animais Nelore podem ser eficientes contanto que o sistema de produção adotado seja adequado e supra todos os requisitos necessários para o acréscimo de massa muscular.

Os resultados das análises morfométricas dos diferentes tipos de fibras do músculo *Semitendinosus* demonstraram que as fibras dos tipos SO e FOG não apresentaram diferença estatística ($P > 0,05$) entre si quanto a área (Tabela 3) e diâmetro (Tabela 4) indiferente do momento em que as mesmas foram analisadas no músculo *Semitendinosus*. Contudo, visualizamos diferença ($P < 0,05$) entre os períodos analisados, ou seja, ao abate todas as fibras apresentam maior área que na ocasião da biópsia, denotando que o crescimento do animal está relacionado a hipertrofia das fibras musculares resultando num aumento de massa corporal dos animais.

As fibras do tipo FG apresentaram a área (Tabela 3) e diâmetros (Tabela 4) superiores ($P < 0,05$) aos das demais, e nestas também foi possível presenciar o crescimento dos animais, visto que apresentaram acréscimo ($P < 0,05$) tanto de área como de diâmetro na análise realizada ao abate em relação àquela que se deu na biópsia dos animais, o aumento do diâmetro com o aumento da idade do animal não foi significativo ($P > 0,05$). Resultados semelhantes foram encontrados por Carani et al. (2006) que também encontraram a superioridade quanto ao tamanho da fibra FG em relação as

fibras SO e FOG, no entanto também presenciaram o menor crescimento das fibras FG, visto que a área destas não se alterou entre os dois momentos em que foram realizadas as análises.

Tabela 3. Média e desvio padrão da área (μm^2) das fibras musculares SO (slow oxidative), FOG (fast oxidative and glycolitic) e FG (fast glycolitic) do músculo *Semitendinosus* colhidas por biopsia durante o crescimento e ao abate dos animais Nelore.

Tipos de fibras	Biopsia	Abate
SO	1273,1 \pm 290,1 ^{Aa}	2453,5 \pm 468,4 ^{Ab}
FOG	1525,3 \pm 314,4 ^{Aa}	3021,6 \pm 540,8 ^{Ab}
FG	2805,7 \pm 483,5 ^{Ba}	3998,6 \pm 611,2 ^{Bb}

^{a,b} Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste *t*.

^{A,B} Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste *t*.

Na tabela 4 estão representados os valores dos diâmetros das fibras musculares nos dois diferentes momentos de colheita destas amostras. O comportamento dos dados relacionados ao diâmetro é similar ao encontrado para as áreas das fibras, visto que o diâmetro das fibras SO e FOG não diferiram entre si ($P > 0,05$), no entanto, foram diferentes quanto ao estágio de desenvolvimento dos animais, exceto as fibras FG que apresentaram entre os períodos analisados diferença numérica, mas não estatística ($P > 0,05$).

Tabela 4. Média e desvio padrão do diâmetro (μm^2) das fibras musculares SO (slow oxidative), FOG (fast oxidative and glycolitic) e FG (fast glycolitic) do músculo *Semitendinosus* colhidas por biopsia durante o crescimento e ao abate dos animais Nelore.

Tipos de fibras	Biopsia	Abate
SO	32,3 \pm 4,5 ^{aA}	45,7 \pm 4,4 ^{bA}
FOG	33,4 \pm 3,3 ^{aA}	47,3 \pm 4,5 ^{bA}
FG	44,1 \pm 3,4 ^{aB}	50,7 \pm 4,3 ^{aB}

^{a,b} Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste *t*.

^{A,B} Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste *t*.

Arrigoni et al. (2004) encontraram resultados semelhantes aos deste trabalho, quanto a diferença ($P < 0,01$) nos diâmetros dos três tipos de fibras analisadas na biopsia e no abate dos animais, no entanto, não encontraram diferença significativa entre os tipos de fibras ($P > 0,01$) tanto na biopsia como ao abate, diferente dos resultados deste trabalho, visto que tanto ao abate como na biopsia o tecido muscular demonstrou que as fibras do tipo FG possuem área e diâmetro maiores que das fibras SO e FOG, sendo que estas não diferiram entre si ($P > 0,05$). O tamanho das fibras musculares pode ser melhor visualizado na Figura 2, que ilustra as fibras dos músculos *Semitendinosus* (biopsia e abate) e *Longissimus dorsi* (abate).

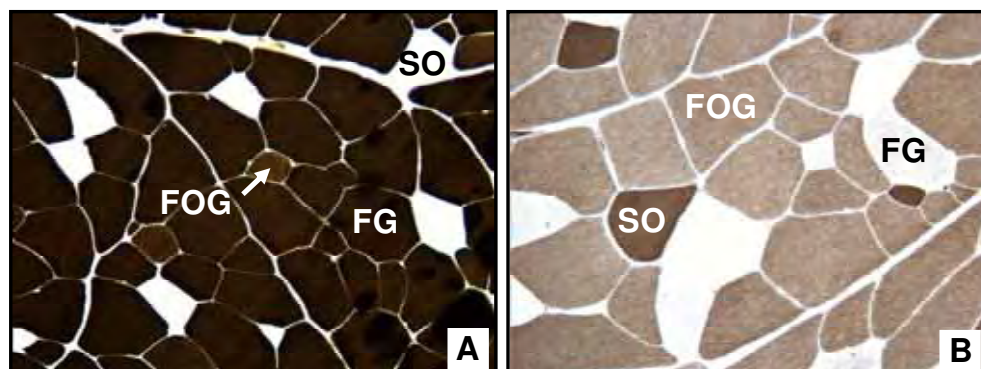


Figura 1: Amostras do músculo *Semitendinosus* de animais *Bos indicus* da raça Nelore. **(A)** Amostra colhida na biópsia; mATPase alcalina (pH 10.4). **(B)** Amostra colhida no abate; mATPase ácida (pH 4.6). Fibras SO (oxidativas), FOG (oxidativas e glicolíticas) e FG (glicolíticas).

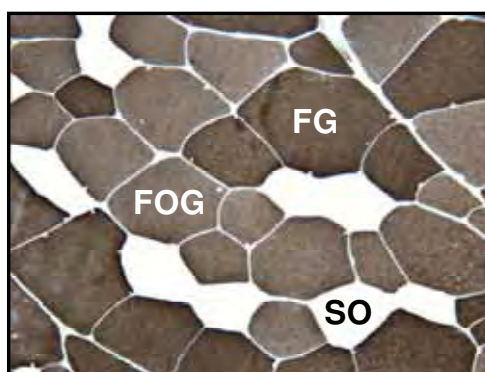


Figura 2: Amostra do músculo *Longissimus dorsi* de animais *Bos indicus* da raça Nelore colhida no abate; mATPase alcalina (pH 10.4). Fibras SO (oxidativas), FOG (oxidativas e glicolíticas) e FG (glicolíticas).

As diferenças, quanto ao tamanho das fibras, notadas nas diferentes idades em que foram analisadas confirmam que o estudo das fibras musculares é uma ferramenta que reflete as diferenças e variações no crescimento dos músculos corroborando com uma série de pesquisadores (ARRIGONI et al., 1998; MOREIRA et al., 2000; VANN et al., 2001; ARRIGONI et al., 2004), os quais trabalharam com bovinos de corte machos e fêmeas jovens.

Maltin et al (2001) em estudo com animais das raças Aberdeen Angus, Charolês e Holstein encontraram resultados que condizem com os dos animais Nelore deste estudo, em que as fibras FG possuem a maior área seguida pelas FOG e por último as SO, porém no presente estudo apesar das fibras SO e FOG apresentarem uma leve diferença a mesma não foi significativa ($P > 0,05$).

Vestergaard et al. (2000) trabalharam com animais em sistema intensivo e extensivo para terminação e abate aos 360 e 460 kg e encontraram que aos 460 kg (peso similar a média de 427 kg encontrado para os Nelores) as áreas das fibras musculares foram menores (fibras SO $2521\mu\text{m}^2$, FOG $2398\mu\text{m}^2$ e FG $3018\mu\text{m}^2$), mas próximas das encontradas neste trabalho (fibras SO $2453\mu\text{m}^2$, FOG $3021\mu\text{m}^2$ e FG $3998\mu\text{m}^2$).

Foram encontradas correlações positivas e significantes (Tabela 5) entre as áreas dos três tipos de fibras (SO, FOG, FG) colhidas na biopsia dos animais. A área das fibras SO foi correlacionada com a área das fibras FG e FOG ($r_p=0,87$ e $r_p=0,75$; $P < 0,01$ respectivamente) e houve correlação também entre as fibras FG e FOG ($r_p=0,78$; $P < 0,01$), estes resultados demonstram que o crescimento das fibras musculares acontece conjuntamente, ou seja, todas

as fibras crescem conforme o desenvolvimento dos animais nenhum tipo de fibra tem seu crescimento alterado em detrimento do crescimento de outro tipo de fibra.

Estes resultados refletem com veracidade o que ocorre durante o desenvolvimento dos animais, visto que estas amostras para análise do tecido muscular esquelético foram colhidas na fase de maior crescimento dos animais. Na tabela 5 estão dispostas as correlações encontradas para áreas e diâmetros nos diferentes tipos de fibras musculares e respectivos momentos em que foram colhidas.

Ao abate foram encontradas correlações semelhantes àquelas encontradas anteriormente, no entanto foram menores e menos significativas, SO e FOG ($r_p=0,44$; ns), SO e FG ($r_p=0,68$; $P<0,05$) e FOG e FG ($r_p=0,77$; $P<0,01$). Estes dados demonstram que no momento do abate a fase de crescimento está desacelerando e causando menor influencia quanto a área das fibras.

Assim como para a área das fibras musculares, o diâmetro medido na biopsia das fibras também apresentou altas correlações entre os tipos de fibras, fibras SO e FOG ($r_p=0,84$; $P<0,01$), e FG ($r_p=0,69$; $P<0,05$) e fibras FOG e FG ($r_p=0,73$; $P<0,01$), refletindo a idéia de que o crescimento muscular ocorre como um todo.

Tabela 5. Correlações fenotípicas entre as áreas e diâmetros dos diferentes tipos de fibras musculares no *Semitenidinosus*.

	<u>Área - biopsia</u>				<u>Área - abate</u>				<u>Diâmetro - biopsia</u>				<u>Diâmetro - abate</u>			
	SO	FOG	FG	SO	FOG	FG	SO	FOG	FG	SO	FOG	FG	SO	FOG	FG	
<u>Área</u>																
biopsia	SO	-	.87**	.75**	.26	.03	-.05	.97**	.85**	.82**	.29	.17	.23			
	FOG		-	.78**	-.07	-.16	-.32	.88**	.93**	.77**	-.05	-.12	-.12			
	FG			-	-.06	-.08	-.02	.63*	.66*	.95**	.00	.18	.22			
	SO				-	.44	.68*	.22	.16	.15	.93**	.22	.48			
<u>Área abate</u>	FOG					-	.77**	-.02	.00	.00	.14	.65*	.27			
	FG						-	-.18	-.11	.09	.49	.53	.59			
	SO							-	.84**	.69*	.25	.05	.06			
<u>Diâmetro</u>	FOG								-	.73*	.11	-.03	.00			
biopsia	FG									-	.20	.24	.36			
	SO										-	.09	.50			
<u>Diâmetro</u>	FOG											-	.69*			
abate	FG												-			

Correlações de Pearson

*P<0,05, **P<0,01

1 Optou-se por não utilizar os dados de morfometria do músculo
2 *Longissimus dorsi* para o estabelecimento das correlações apresentadas na
3 Tabela 5, visto que para o estudo do crescimento muscular é mais interessante
4 comparar resultados de um mesmo músculo que confrontar resultados entre
5 diferentes músculos, pois não podemos inferir que um músculo apresenta
6 maior ou menor crescimento em relação a outro músculo.

7 Muitos pesquisadores estabeleceram que em animais com crescimento
8 normal, a média da área de todos os tipos de fibras aumenta com o avanço da
9 idade ou peso em bovinos (BENDALL e VOYLE, 1967; SOLOMON et al. 1986;
10 JURIE et al. 1995), estando de acordo com o encontrado no presente trabalho.
11 Da mesma forma, Miller et al. (1975) já havia relatado que um aumento na área
12 de um dos três tipos de fibras, foi acompanhado por um aumento na área dos
13 outros dois tipos de fibras musculares.

14 Na avaliação do índice de fragmentação miofibrilar (MFI) de amostras do
15 músculo *Semitendinosus* colhidas na biopsia e no abate, encontrou-se um
16 índice de 36 na biopsia e 37 no abate, não havendo diferença ($P>0,05$) quanto
17 à proteólise muscular entre estes dois períodos analisados. Estes resultados
18 denotam a baixa degradação muscular no músculo *in vivo*, visto que este está
19 em crescimento (*tunover*protéico) que é o excedente da diferença entre a taxa
20 de síntese e de degradação das proteínas (BUTTERY, 1981).

21 Os resultados das análises morfométricas das fibras do músculo
22 *Longissimus dorsi* foram correlacionadas aos parâmetros de análise de
23 qualidade de carne (força de cisalhamento e índice e fragmentação miofibrilar),
24 visto que na maioria dos trabalhos científicos este é um dos mais utilizados nas

1 análises de qualidade. Na tabela 6 estão demonstradas as correlações
2 encontradas entre as características de qualidade de carne e os tipos de fibras
3 musculares do *Longissimus dorsi*.

4 Encontrou-se correlações entre as áreas e diâmetros das fibras do
5 músculo *Longissimus dorsi*. Correlações positivas entre o tamanho das fibras e
6 a força de cisalhamento medida após 48 horas de resfriamento das carcaças e
7 aos 7 dias de maturação foram encontradas.

8 O diâmetro da fibra SO do músculo *Longissimus dorsi* apresentou uma
9 tendência ($r_p=0,57$; $P<0,08$) a aumentar o valor da força de cisalhamento
10 conforme aumenta o seu diâmetro. O diâmetro e a área da FG ao abate
11 apresentaram correlações positivas ($r_p=0,81$; $P<0,01$, $r_p=0,68$; $P<0,01$,
12 respectivamente) com os resultados da força de cisalhamento medida após
13 sete dias de maturação, corroborando o fato de que quanto maior é o tamanho
14 da fibra muscular menor será a maciez do músculo em questão. Estes
15 resultado estão de acordo com os encontrados por Crouse et al. (1991) que
16 encontraram correlação negativa entre o tamanho da fibra muscular e a maciez
17 medida seis dias *postmortem*, confirmando também a suposição de que o
18 tamanho da fibra muscular permanece constante com o tempo *postmortem*.

Tabela 6. Correlações entre a área e o diâmetro das fibras SO, FOG e FG do músculo *Longissimus dorsi* e algumas características relacionadas a maciez da carne.

	<u>Área - abate</u>			<u>Diâmetro - abate</u>			<u>Força de</u>			<u>MFI</u>	
	SO	FOG	FG	SO	FOG	FG	48 hs	7 dias	Abate		
<u>Área abate</u>											
SO	-			.80	-.23	.08	.28	.10	.25	-.51	.47
FOG		-		-.10	.78	.17	.11	.12	-.02	-.23	-.35
FG			-	.52	.69	.69	.53	.68*	.31	-.58	-.20
SO				-	.17	.33	.57	.34	.38	-.57	.27
<u>Diâmetro abate</u>											
FOG					-	.56	.27	.33	.33	-.39	-.37
FG						-	.49	.81**	.45	-.75**	.14
<u>Força de</u>											
48 hs							-	.50**	-.28	-.24	.11
<u>Cisalhamento</u>											
7 dias								-	-.10	-.38	-.16
Abate									-	-.02	-.31
<u>MFI</u>											
48 hs										-	.10
7 dias											-

3 Correlações de Pearson

4 *P<0,05, **P<0,01

5 MFI = Índice de fragmentação miofibrilar

6

Ainda neste mesmo sentido foram encontradas as mesmas relações com o MFI medido 48 horas *postmortem* no músculo LD para os mesmos tipos de fibras, mas estas relações foram negativas e confirmam a idéia de que o aumento do metabolismo das fibras musculares diminui o MFI, ou seja, menor é a proteólise *postmortem* neste músculo. O MFI medido com 48 *postmortem* relacionou-se com diâmetro das fibras SO ($r_p = -0,57$; $P < 0,08$), área e diâmetro das fibras FG ($r_p = -0,58$; $P < 0,07$, $r_p = -0,75$; $P < 0,01$) todas estas correlações demonstraram uma tendência de diminuição da maciez com o aumento do tamanho da fibra. No entanto as únicas correlações significativas foram aquelas entre força de cisalhamento e índice de fragmentação miofibrilar e as dimensões das fibras FG.

Em suínos existe uma fraca relação entre o tamanho da fibra muscular e a qualidade comestível da carne, ocorrendo correlação negativa entre o diâmetro das fibras oxidativas (FOG e SO) e a força de cisalhamento de amostras de lombo suíno aos 16 dias *postmortem* (MALTIN et al., 1997).

Foram encontradas correlações positivas entre o MFI e o diâmetro das fibras (SO, FOG e FG) do músculo *Semitendinosus* em amostras colhidas na biopsia. As correlações foram altas e significativas ($r_p = 0,73$; $P < 0,05$, $r_p = 0,78$; $P < 0,03$ e $r_p = 0,84$; $P < 0,01$). No animal *in vivo* o diâmetro e a área da fibra muscular foram positivamente relacionados ao MFI, pois nos processos relacionados ao crescimento muscular, para a deposição de proteína, o tecido muscular encontra-se com o metabolismo acelerado, e para que haja a deposição de massa muscular ocorre concomitantemente síntese de proteínas

e degradação, a deposição de proteínas é o excedente da síntese em relação à degradação.

Estes resultados provenientes das amostras de biopsia, que apresentaram correlações positivas entre tamanho da fibra muscular e MFI, não indicam que a carne é macia, mas sim que a mesma foi colhida num momento em que o músculo não está sofrendo proteólise semelhante a que ocorre no postmortem, mas sim uma proteólise mínima que faz parte dos mecanismos de crescimento muscular, por isso não se pode generalizar que MFI alto quer dizer carne macia, pois seria contraditório um músculo apresentar correlações positivas com força de cisalhamento e MFI, visto que estas características são inversamente proporcionais.

Já amostras de fibras colhidas ao abate apresentaram correlações negativas entre tamanho de fibra e proteólise muscular, os diâmetros das fibras SO e FG apresentaram correlação negativa com o MFI ($r_p = -0,59$; $P < 0,06$ e $r_p = 0,68$; $P < 0,03$), sendo que apenas a última foi significativa. Tais correlações indicam que quanto maior o tamanho da fibra menor será a proteólise no músculo e conseqüentemente a carne será menos macia.

A maciez da carne tem sido identificada como a característica de qualidade que mais está relacionada com a aceitação geral da carne (CHAMBERS e BOWERS, 1993) e que freqüentemente é a causa de insatisfação do consumidor em relação ao produto.

Tabela 7. Valores de força de cisalhamento - FC (kg) e Índice de Fragmentação Miofibrilar - MFI de amostras do músculo *Longissimus dorsi* colhidas em três diferentes momentos *postmortem*.

Parâmetros	Período <i>Postmortem</i>		
	No abate	48 horas de resfriamento	7 dias de maturação
FC	-	2,7 ± 0,66 ^a	2,3 ± 0,48 ^a
MFI	35 ± 11,7 ^a	72 ± 19,3 ^b	98 ± 12,1 ^c

^{a,b} Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste *t*.

Na tabela 7 estão demonstradas as médias de FC e MFI de amostras do músculo *Longissimus dorsi* colhidas em diferentes momentos. Não foi observada diferença ($P > 0,05$) entre os valores de força de cisalhamento analisada 48 horas *postmortem* e após sete dias de maturação, e ambos os valores confirmam a maciez da carne em questão, visto que não ultrapassaram o limite aceito para que a carne seja considerada macia, ou seja, 4,5 kg (SHACKELFORD et al., 1991).

O MFI foi fortemente influenciado pelo *postmortem*, visto que sofreu grandes variações quando comparamos o resultado das amostras colhidas logo após o abate, após resfriamento por 48 horas e maturação de sete dias. Contudo após 48 horas de resfriamento a carne já apresentava média de MFI satisfatória denotando alta maciez das carnes analisadas, pois conforme Culler et al. (1978) valores acima de 60 qualificam a carne como macia.

Conclusões

A análise morfométrica das fibras musculares demonstrou ser uma boa ferramenta de estudo do crescimento do tecido muscular esquelético de bovinos da raça Nelore (*Bos indicus*) no modelo biológico superprecoce.

O tamanho (área e diâmetro) das fibras musculares, denotadamente das fibras glicolíticas (FG), possui alta correlação com os parâmetros de mensuração da maciez da carne como a força de cisalhamento e índice de fragmentação miofibrilar, demonstrando que quanto maior a área ou diâmetro das fibras, menor será a maciez da carne

Referências Bibliográficas

ABERLE, E. D. et al. Palatability and muscle characteristics of cattle with controlled weight gain: time on a high energy diet. Journal of Animal Science, Champaign, v. 52, p. 757-763, 1981.

ARRIGONI, M. B. et al. Desempenho, fibras musculares e carne de bovinos jovens de três grupos genéticos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 39, n. 10, p. 1033-1039, out. 2004.

_____. Estudo dos efeitos da restrição alimentar nas características das fibras musculares de bovinos jovens confinados. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 33, p.1121-1127, 1998.

BENDALL, J. R.; VOYLE, C. A. A study of the histological changes in the growing muscles of beef animals. Journal Food Technology, Oxford, v. 2, p. 259-283, 1967.

BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. New concepts of cattle growth. New York, 1976. 240 p.

BLANCHARD, P. The influence of lean tissue growth rate on pork tenderness. Meat Focus International, p. 457-458, 1994.

BROOKE, M. H. e KAISER, K. Muscle Fiber type: how many and what kind? Archives of Neurology, v. 23, p. 369-379, 1970.

BULLOCK, K. D.; ERTRAND, J. K.; BENYSHEK, L. L. Genetic and environmental parameters for mature weight and other growth measures in Polled Herefor cattle. Journal of Animal Science, Champaign, v. 71, p. 1737-1741, 1993.

BUTTERY, P.J. Protein turnover in animals. Tropical Animal Production, v. 6, p. 204, 1981.

CARANI, F. R. et al. Histochemistry and growth characteristics of bovine *Semitendinosus* muscle exposed to recombinant bovine somatotropin (rbST). Brazilian Journal. Morphology Science, v. 23, n. 2, p. 263-270, 2006.

CHARDULO, L. A. L. Desempenho, níveis plasmáticos de hormônios, expressão e quantificação de proteínas musculares, características de carcaça e qualidade de carne de bovinos inteiros jovens de cinco diferentes grupos genéticos submetidos a confinamento. 2000. 101 p. Tese (Doutorado em Produção Animal)–Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000 .

CHAMBERS, E. e BOWERS, J. R. Consumer perception of sensory qualities in muscle foods, Journal Food Technology, Oxford, v. 47, p. 116–120, 1993.

CROUSE, J. D., KOOHMARAIE, M.; SEIDEMAN, S. D. The relationship of muscle fibre size to tenderness of beef. Meat Science, Barking, v. 30, p. 295-302, 1991.

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

DUBOWITZ, V.; BROOKE, M.H. Histological and histochemical stains and reactions. In: DUBOWITZ, V. Muscle biopsy: a modern approach. London: W. B. Saunders, 1973. Cap. 2, p. 20-73.

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

HUFFMAN, R. D. et al. Effects of percentage Brahman and Angus slaughter end point on feedlot performance and carcass characteristics' breeding, age-season of feeding. Journal Animal Science, Champaign, v. 68, p. 2243-2252, 1990.

JURIE, C. et al. Inter-animal variation in biological characteristics of muscle tissue in male Limousin cattle. Meat Science, Barking, v. 39, p. 415-425, 1995.

KOOHMARAIE, M. et al. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship?. Meat Science, Barking, v. 62, p. 345, 2002.

LISTER, D. Growth, fatness and breed effects on carcase and eating quality. Meat Focus International, p. 334-335, Aug. 1994.

LOBLEY, G. E. et al. The effects of breed and level of nutrition on whole body and muscle protein metabolism in pure-bred Aberdeen Angus and Charolais beef steers. British Journal of Nutrition, v. 84, p. 275-284, 2000.

MAHER, S. C. et al. Variation in the eating quality of M. *Longissimus dorsi* from Holstein-Friesian bulls and steers of New Zealand and European/American descent, and Belgian Blue x Holstein-Friesians, slaughtered at two weights. Livestock Production Science, v. 90, p. 271-277, 2004.

MALTIN, et al. Factors influencing beef eating quality 2. Effects of nutritional regimen and genotype on muscle fibre characteristics. Animal Science, v. 72, p. 279-287, 2001.

_____. Pig muscle fibre characteristics as a source of variation in eating quality. Meat Science, Barking, v. 47, p. 237-248, 1997.

MILLER, L. R., GARWOOG, V. A. e JUDGE, D. Factors affecting porcine muscle fiber type, diameter and number. Journal of Animal Science, Champaign, v. 41, p. 66-77, 1975.

MOREIRA, P. S. A. et al. Efeito da somatotropina na hipertrofia das fibras musculares esqueléticas e precocidade reprodutiva de novilhas Nelore. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, p.1853-1860, 2000.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. Journal of Animal Science, Champaign, v. 71, p. 3138-3150, 1993.

PETER, J. B. et al. Metabolic profiles of three types of fibers of skeletal muscles in guinea pig and rabbits. Biochemistry, Washington, v. 11, p. 2627-2633, 1972.

PURCHAS, R. W.; BURNHAM, D. L.; MORRIS, S. T. Effects of growth potential and growth path on tenderness of beef longissimus muscle from bulls and steers. Journal Animal Science, Champaign, v. 80, p. 3211-3221, 2002.

RODBOTEN, M. et al. A sensory map of the meat universe. Sensory profile of meat from 15 species. Meat Science, Barking, v. 68, p. 137-144, 2004.

SAS user's guide: statistics. Cary: Statistical Analysis System Institute, 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, Champaign, v. 69, n. 1, p. 171-177, 1991.

SILLENCE, M. N. Technologies for the control of fat and lean deposition in livestock. The Veterinary Journal, v. 167, p. 242-257, 2004.

SILVEIRA, A. C. Sistema de produção de novilhos superprecoces. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 1999, Goiânia. Anais... Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1999. p. 105-122.

SINCLAIR, K. D. et al. Factors influencing beef eating quality. 1. Effects of nutritional regimen and genotype on organoleptic properties and instrumental texture. Animal Science, Barking, v. 72, p. 269-277, 2001.

SOLOMON, M. B.; WEST, R. L.; HENTGES, J. F. Growth and muscle development characteristics of purebred Angus and Brahman bulls. Growth, Bar Harpor, v. 50, p. 51-67, 1986.

VANN, R. C. et al. Recombinant bovine somatotropin (rbST) increases size and proportion of fast-glycolytic muscle fibers in semitendinosus muscle of creep-fed steers. Journal of Animal Science, Champaing, v. 79, p. 108-114, 2001.

VESTERGAARD, M. et al. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of Semitendinosus, longissimus dorsi and supraspinatus muscles of young bulls. Meat Science, Barking, v. 54, p.177-185, 2000.

WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S. D. Standardized Warner-Bratzler Shear Force procedures for meat tenderness measurement. 1995. Disponível em: <http://192.133.74.26/MRU_WWW/protocol/WBS.html>. Acesso em: 10 set. 2001. verifique o endereço pois não abre o texto citado

CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA CARÇAÇA E CARNE DE BOVINOS SUPERPRECOSES DE DIFERENTES GRUPOS GENÉTICOS

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a carne proveniente de bovinos de corte de diferentes crescimento submetidos ao modelo biológico do novilho superprecoce. Foram utilizados animais da raça Nelore (n=15) e Brangus (n=15), abatidos com idade entre 12 e 15 meses conforme estabelecido pelo modelo biológico superprecoce. O músculo *Longissimus dorsi* foi analisado quanto a força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar, área de olho-de-lombo, espessura de gordura subcutânea e perdas no cozimento em três momentos *postmortem*. Os animais da raça Brangus apresentaram maiores pesos e ganhos de peso, resultando em área de olho-de-lombo superiores aos encontrados para os Nelores. No entanto, estas diferenças não influenciaram na maciez final da carne, visto que os resultados de força de cisalhamento e MFI não diferiram entre os grupos genéticos, contudo houve efeito do período *postmortem* nos resultados de MFI, indicando que a proteólise muscular tende ser maior com o decorrer do *postmortem*. Desde que os animais sejam produzidos seguindo um sistema de padronização, a carne proveniente dos mesmos não será afetada quanto a suas características de qualidade mesmo quando estes apresentam diferenças relacionadas ao crescimento.

Palavras Chave: *Bos indicus*, força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar, maciez, qualidade de carne.

QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF CARCASS AND MEAT OF THE "SUPERPRECOCES" BOVINES OF DIFFERENT GENETIC GROUPS

Abstract

The aim of the present work was evaluate the meat originating from bovines of different growth submitted to "superprecoce" model biological. Animals of Nellore and Brangus breed were used, slaughtered with age between 12 and 15 months as established by the "superprecoce" biological model. The Longissimus dorsi muscle was analyzed for shear force, myofibrillar fragmentation index, rib eye area, fat thickness and losses for cooking, at three moments postmortem. The Brangus animals breed had show a biggest weight and weight gain, resulting in a higher rib eye area than found for the Nellore breed. However, these differences had not influenced in the final meat tenderness, by the way the shear force values and MFI had not difference ($P>0,05$) between genetic groups, however, had effect of the ageing in the MFI results ($P<0,05$), indicating that muscular proteolysis tends to be bigger in agreement of postmortem. Animals produced following a standardization system, the meat will not be affected for characteristics of quality even the animals present differences related to the growth.

Key words: *Bos indicus*, meat quality, myofibrillar fragmentation index, shear force, tenderness.

Introdução

O Brasil possui o maior rebanho comercial de bovinos de corte e está na liderança em exportação de carne bovina. Apresenta grande potencial em espaço físico para produção animal, disponibilidade de alimentos e condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da pecuária. Mas isso não é o bastante para que a carne bovina tenha reconhecimento em mercados importadores de carne, pois é preciso que a produção animal seja eficiente reduzindo idade de abate, investindo em material genético e sistemas de produção que impulsionem a produtividade brasileira, além de produzir carne de qualidade e que atenda as exigências dos grandes mercados consumidores.

O crescimento é um fator de grande importância quando o assunto é produção animal, pois caracteriza o processo de desenvolvimento corporal dos animais que está associado a eficiência econômica de um sistema de produção. Assim sendo, a intensificação na velocidade do crescimento muscular, aliada a uma rápida terminação da carcaça parece ser a maneira mais factível e eficiente de se obter um produto de melhor qualidade e competitividade no atual mercado consumidor de carne (CHARDULO et al., 1998).

A associação entre a trajetória de crescimento, maciez da carne e sistema enzimático das calpaínas ainda não é completamente compreendida (SAZILI et al., 2003) o que gera a necessidade de novos estudos envolvendo estes três parâmetros, uma vez que a maciez é um importante fator para a qualidade sensorial da carne e o crescimento dos tecidos um parâmetro fundamental para a eficiência de produção.

A influência do estado nutricional e 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 relataram 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.

A síntese e degradação de proteína (*turnover* protéico) nos animais é um processo contínuo e o crescimento é resultante do excedente da taxa de síntese em relação à taxa de degradação (BUTTERY, 1981). O sistema enzimático calpaína/calpastatina é o fator limitante no *turnover* das proteínas miofibrilares, desta forma a manipulação deste sistema poderia resultar em mudanças no crescimento e taxa de degradação das proteínas miofibrilares (KOOHMARAIE et al., 2002).

Muitos pesquisadores têm sugerido a existência de uma relação entre a taxa de crescimento pré-abate e efeitos metabólicos relacionados a maciez no animal *in vivo*, mais tarde relatos demonstraram que a elevação da síntese e degradação de proteínas com o aumento da atividade de proteases conduziria uma maior proteólise no *postmortem* e conseqüentemente maior maciez final do produto (THOMSON et al., 1997).

Certamente, isso forneceria a possibilidade de empregar rápidas taxas de ganho durante a vida do animal o que melhoraria a maciez da carne (FISHELL et al., 1985).

Um dos fatores mais importantes para determinação do peso de abate é a eficiência de ganho de peso nas várias fases da curva de crescimento (BERG e BUTTERFIELD, 1976). Diversos são os fatores que alteram a eficiência do crescimento de bovinos, como o peso, idade, nutrição, genética (raça e tamanho ou porte corporal), sexo e utilização de hormônios exógenos. Os fatores citados afetam a eficiência de crescimento de animais de corte através de duas características básicas: taxa de ganho e composição química dos tecidos depositados. Quanto maior a taxa de ganho, maior a eficiência de conversão em função da diluição das exigências de manutenção, que são relativamente constantes (BULLOCK, 1993).

De acordo com McKeith et al. (1985), a taxa de crescimento pode ser adicionada aos fatores citados acima. Animais com alimentação de alta qualidade tendem a aumentar a solubilidade do colágeno, resultando no aumento da maciez do músculo. Estes mesmos pesquisadores observaram que apenas a solubilidade do colágeno explicou somente 35% e 25% das variações na força de cisalhamento e maciez sensorial, respectivamente. Confirmando que a maciez pode ser afetada por uma série de outros fatores intrínsecos e extrínsecos a carne, e que se estes fatores forem identificados e controlados teremos maior garantia da qualidade da carne que está sendo produzida.

O *rigor mortis* é composto pelas fases de endurecimento e amaciamento da carne, e durante este processo ocorre uma série de modificações no músculo para que este se transforme em carne. A fase de endurecimento ocorre igualmente entre as carcaças, que foram submetidas a um mesmo

processamento, enquanto que a fase de amaciamento é altamente variável (KOOHMARAIE et al., 2002). Há uma larga variação na taxa e extensão do amaciamento da carne no *postmortem*, e isso resulta na instabilidade quanto a maciez da carne que chega aos consumidores. Por isso é de suma importância que se conheça as transformações que ocorrem no *postmortem* para que sejam controlados os fatores que podem prejudicar a maciez da carne.

Como resultado de décadas de pesquisa na indústria da carne dos Estados Unidos e de outros países, Koohmaraie e Geesink (2006) relataram a necessidade da maturação das carnes para que estas alcancem apropriado grau de maciez final, sendo o período de maturação de cinco a sete dias para carne suína, sete a dez dias para carne de cordeiro e 14 dias para carne bovina.

O presente trabalho teve como objetivo analisar características de qualidade de carcaça e carne de bovinos de corte de diferentes taxas de crescimento submetidos ao sistema de produção superprecoce.

Material e Métodos

Produção dos Animais

O experimento zootécnico de campo do presente trabalho foi desenvolvido no Setor de Confinamento da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – FMVZ, Campus de Botucatu.

Foram utilizados bezerros machos inteiros das raças Nelore (n=15) e Brangus (n=15) desmamados aos 7–8 meses de idade em sistema *creep-feeding* e confinados até atingirem peso de abate (aproximadamente 450 kg de peso vivo) com idade entre 12 e 15 meses de, caracterizando assim os produtos como novilhos superprecoces.

O acompanhamento do crescimento dos animais no período de confinamento foi realizado por meio de pesagens a cada 28 dias, para verificar o ganho de peso diário médio e se estavam sendo supridas as exigências dos animais, com isso tornando o sistema altamente eficiente. Os animais foram alimentados com a dieta descrita na Tabela 1.

Tabela 1 – Porcentagem dos alimentos utilizados na ração experimental e composição da dieta total na matéria seca (MS)

<i>Ingredientes</i>	<i>%</i>
Feno de <i>Tifton</i>	9,0
Silagem de milho	21,0
Silagem de grãos úmidos de milho	50,0
Concentrado NUTRUMIN ¹	20,0
DIETA TOTAL	
Energia Metabolizável para Ganho (kg/dia)	1,27
Proteína Metabolizável para Ganho (kg/dia)	1,92
Energia Líquida da Dieta (Mcal/kg MS)	1,11
Nutrientes Digestíveis Totais (%)	82,0
EM (Mcal/kg de MS)	2,6
Proteína Bruta (%)	16,0
Fibra em Detergente Neutro (%)	29,0
Proteína Degradável no Rúmen (%PB)	74,0
Fibra em Detergente Neutro efetivo	20,0
Extrato Etéreo (%)	5,0

¹Composição do concentrado NUTRUMIN: 42,2% polpa cítrica, 29,2% farelo de mandioca, 13,4% farelo de soja, 11,9% protenose, 2,6% núcleo mineral², 0,7% uréia e 0,02% rumensin.

² Composição do núcleo mineral: (por kg de produto): 180g de Ca, 130g de P, 1.250mg de Cu, 5.270mg de Zn, 2.000mg de Mn, 100mg de Co, 90mg I, 15mg Se, 2.200mg de Fe, 1.300mg de F.

Abate e colheita das amostras *postmortem*

Os animais foram abatidos no frigorífico comercial MARFRIG - Ltda, localizado na cidade de Promissão/SP, no período pré-abate os animais foram submetidos a jejum de sólidos por período de 12 a 24 horas. O abate dos animais ocorreu conforme preconizam as normas do abate humanitário e se deu por concussão cerebral com pistola de ar comprimido, seguida pela secção da jugular e estimulação elétrica. As carcaças foram esfoladas pelo método tradicional de tracionamento mecânico por corrente.

Após o abate e antes das carcaças serem levadas à câmara fria, foram colhidas amostras dos músculos *Longissimus dorsi* para análise do índice de fragmentação miofibrilar

As carcaças foram resfriadas por 48 horas em câmara fria à 2°C, para estabelecimento do rigor mortis. Após o resfriamento, foram colhidas amostras do músculo *Longissimus dorsi* entre a região da 12a e 13a costelas para análises laboratoriais.

Maturação das amostras

As amostras retiradas do músculo *Longissimus dorsi*, possuíam espessura de 2,54 cm e eram desprovidas de osso. As amostras foram embaladas a vácuo em lâminas plásticas adequadas e mantidas sob temperatura de 2°C por sete dias para, posteriormente, serem analisadas quanto a força de cisalhamento e índice de fragmentação miofibrilar.

Análises físico-químicas

A medida da espessura de gordura subcutânea foi feita com paquímetro e os valores dados em milímetros. A área do músculo *Longissimus dorsi* ou área de olho-de-lombo foi medida pelo método do quadrante de pontos segundo metodologia descrita pelo *USDA Quality Grade* (1989), e as medidas dadas em centímetros quadrados. Estas análises foram feitas nas amostras retiradas entre a 12^a e 13^a costelas após 48 horas de resfriamento. A determinação de lipídeos totais foi pelo método de Bligh e Dyer (1959).

Força de Cisalhamento

As amostras foram descongeladas por 24 horas em geladeira a temperatura de 2 a 5°C, quando então foram assadas em forno pré-aquecido na temperatura de 200°C, atingindo temperatura interna de 40°C foram viradas permanecendo no forno até atingirem 71°C. A temperatura foi controlada utilizando-se um termômetro com sonda introduzida no centro geométrico das amostras. Após o cozimento as amostras ficaram em temperatura ambiente até atingirem temperatura interna de 22 a 24°C, quando então foram embaladas em sacos plásticos e refrigeradas a 4°C por 24 horas. O procedimento para a análise da força de cisalhamento foi descrito por Wheeler et al. (1995).

A medida da força de cisalhamento foi realizada utilizando-se de um aparelho *Warner-Bratzler Shear Force* mecânico com capacidade de 25 kg e

velocidade do seccionador de 20 cm/minuto. Foram feitas oito medidas por amostra a fim de se obter maior precisão nos resultados obtidos.

Índice de Fragmentação Miofibrilar (MFI)

A determinação foi realizada conforme metodologia descrita por Culler et al. (1978). Foram utilizadas amostras do músculo *Longissimus dorsi* colhidas na região entre a 12^a e 13^a costelas submetidas a 48 horas de resfriamento e sete dias de maturação. Foram utilizadas três gramas dos músculos *Longissimus dorsi* livres de gordura e de tecido conjuntivo. 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) à 2°C (100mM KCl, 20mM de fosfato de potássio pH 7,0, 1mM EDTA, 1mM MgCl₂ e 1mM NaN₃, pH 7,0) duas vezes por 30 segundos com mesmo intervalo em gelo. Após a homogeneização as amostras foram centrifugadas a 1000xg por 15 minutos à 2°C e o sobrenadante foi descartado. O *pellet* foi ressuspenso em 30 mL de TMFI à 2°C e homogeneizado com bastão de vidro.

As amostras foram centrifugadas a 1000xg por 15 minutos à 2°C e o sobrenadante foi novamente descartado. O *pellet* foi então ressuspenso em 7,5 mL de TMFI à 2°C e submetido ao *Vortex* até a amostra tornar-se bastante homogênea para ser filtrada em filtro de polietileno com malha de 1,0mm aproximadamente. Foram adicionados 7,5 mL de TMFI à 2°C para a lavagem

do tubo de centrífuga e auxiliar na filtragem. Foi feita quantificação de proteínas miofibrilares totais pelo método do Macro Biureto (GORNALL et al., 1949). Para a determinação do MFI as amostras foram preparadas com o TMFI para um volume final de 8,0 mL e concentração de proteína 0,5 mg/mL.

As amostras foram homogeneizadas por agitação vigorosa e então submetidas à leitura em absorvância no comprimento de onda de 540nm. O valor de MFI foi obtido pelo seguinte cálculo: $MFI = Absorbância \times 200$

Análise Estatística

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em que cada amostra do músculo *Longissimus dorsi* constituiu uma unidade experimental. O nível de significância foi de 5% para comparação das médias. Foram determinados os coeficientes de correlação linear de Pearson dos resíduos. O software foi o SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 1994).

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 estão apresentados os pesos final e inicial, ganhos de pesos e tempo de confinamento. Os animais Brangus apresentaram maiores pesos ($P < 0,05$) inicial, final e ganho médio total que animais da raça Nelore. No entanto não apresentaram diferenças quanto ao ganho de peso médio diário ($P > 0,05$). Os animais Brangus permaneceram 18 dias a mais no confinamento

em relação aos Nelores, mas isso não foi a causa da diferença quanto ao peso final superior destes animais. Se o período de confinamento dos Brangus fosse de 143 dias assim como o dos Nelores, mesmos assim estes ainda apresentariam peso final superior.

Tabela 2. Desempenho dos animais, do início ao final do confinamento e dias de confinamento dos dois grupos genéticos utilizados.

Grupo Genético	Desempenho dos animais			Dias
	Peso Inicial	Peso Final	GPM	
Brangus	264,5 ^a	487,5 ^a	223,1 ^a	161
Nelore	248,2 ^b	427,0 ^b	178,8 ^b	143

^{a,b} Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste t

Não houve diferença quanto ao ganho de peso médio diário entre os grupos genéticos, apesar dos animais Brangus sempre apresentarem pesos e ganhos de pesos um pouco superiores aos apresentados pelos Nelores, não houve diferença estatística entre eles. A Figura 1 demonstra a leve diferença entre os ganhos de peso, no entanto não podemos afirmar que estes animais possuem taxas de crescimento diferentes.

Hadlich et al. (2006) encontraram para Nelores superprecoces semelhante peso final (435 kg), no entanto com média de ganho de peso diário bem inferior a encontrada no presente trabalho (1,06 e 1,25 kg/animal/dia, respectivamente) o que ocasionou um período maior no confinamento e maior

área de olho-de-lombo de 72,8 cm² e menor espessura de gordura subcutânea de 3,2 mm, em relação aos 63,0 cm² e 6,9 mm encontrados no atual trabalho.

A Figura 1 ilustra o fato de que animais da raça Brangus estão sempre acima quanto ao ganho de peso em relação aos animais Nelore, isso pode ser visualizado por toda a trajetória de crescimento dos animais. A curva de crescimento dos dois grupos genéticos comporta-se da mesma maneira, apresentando um crescente aumento durante o período inicial de confinamento e em seguida um declínio, demonstrando que com o aumento da idade do animal existe uma diminuição na eficiência em ganhar massa muscular. Isso ocorre devido a maior proximidade da puberdade dos animais, momento este em que a deposição do tecido muscular diminui e aumenta a taxa de deposição do tecido adiposo (cobertura de gordura subcutânea e intramuscular).

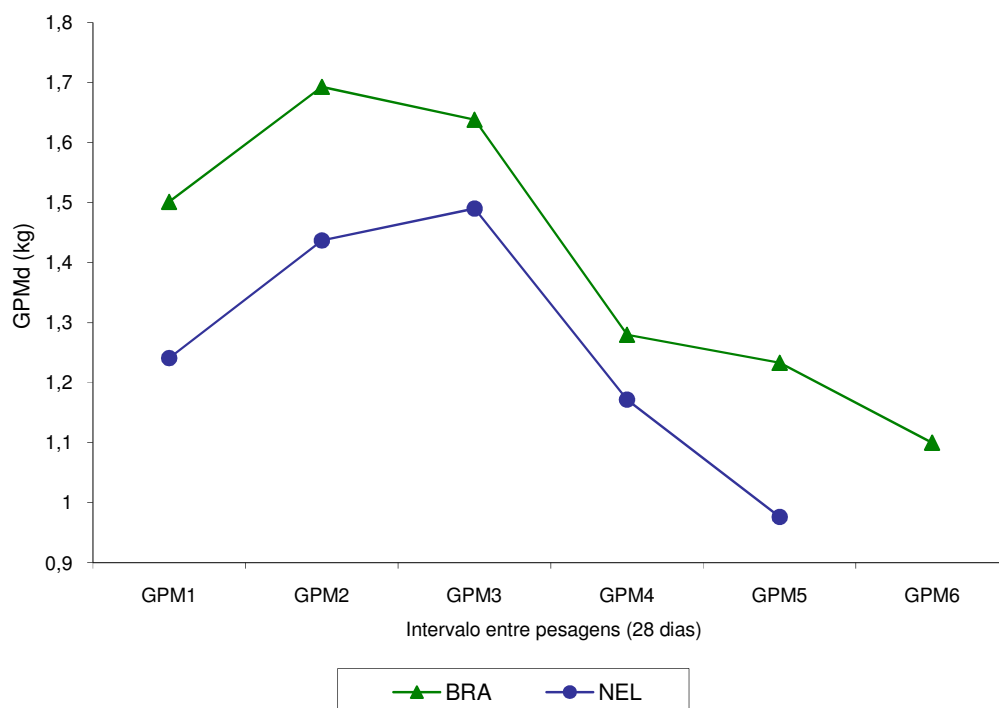


Figura 1. Deposição de tecido muscular nos grupos genéticos estudados.

Este declínio no ganho de peso dos animais não significa que os mesmo deixarão de crescer ou de engordar, mas que esse processo ocorrerá com maior custo, visto que será necessário uma maior quantidade de alimento, pois com o passar do tempo também inicia-se a deposição do tecido adiposo que necessita de um maior aporte de energia em relação ao utilizado na deposição do tecido muscular.

Na figura 2 está demonstrado o crescimento dos animais quanto ao peso alcançado no intervalo de 28 dias, momento este onde eram feitas as pesagens para acompanhamento do desenvolvimento na deposição de massa muscular nos animais. O peso final dos animais foi satisfatório e acompanhando de valores de área de olho-de-lombo e espessura de gordura subcutânea adequados (Tabela 3), demonstrando que houve eficiência em depositar massa muscular e finalizar a carcaça desta maneira protegendo a mesma e conseqüentemente a qualidade da carne durante o resfriamento em câmara fria no *postmortem*.

Ao contrário da Figura 1, a Figura 2 através de gráfico de regressão ilustra melhor a pouquíssima diferença que existe entre os dois grupos genéticos.

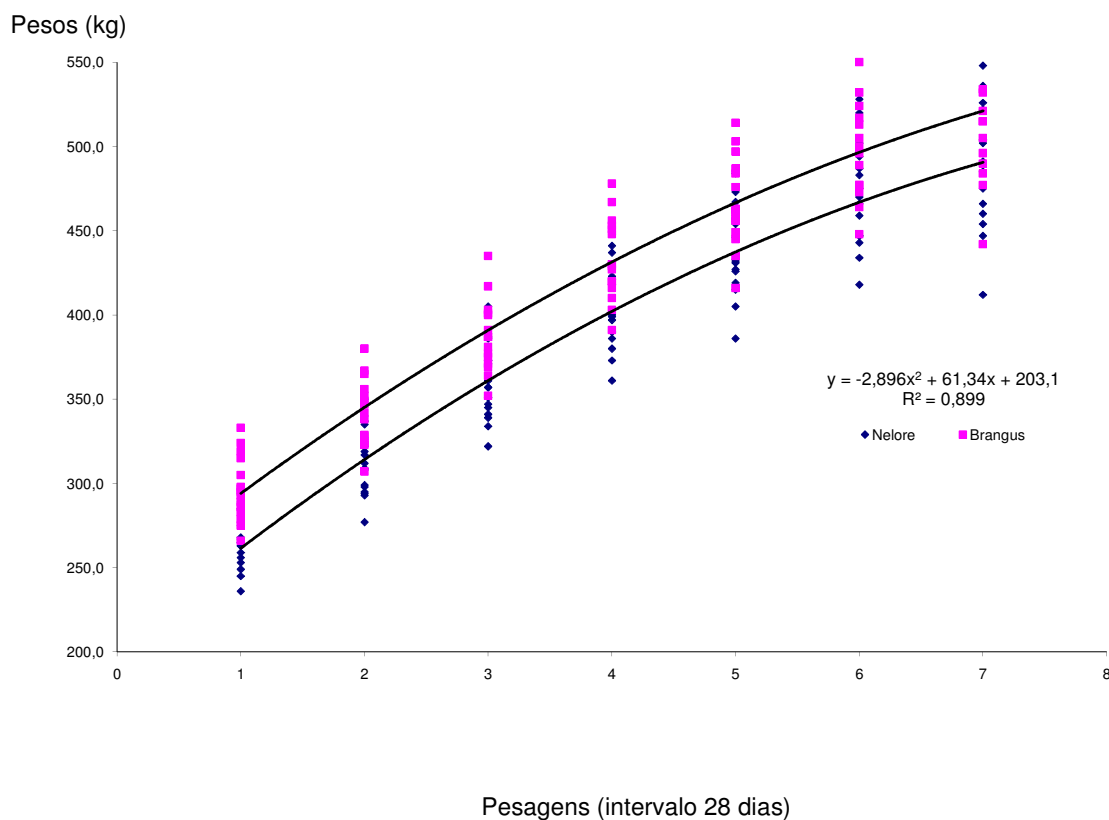


Figura 2. Curva de crescimento dos animais do presente trabalho.

Resultados semelhantes também foram relatados por Moreira et al. (2003) em que animais da raça Nelore e mestiços abatidos com aproximadamente 450 e 470 kg, assim como em nosso trabalho os animais da raça Nelore do referido trabalho apresentaram área de olho-de-lombo inferior a dos mestiços (66,4 e 71,8 cm², respectivamente) e espessura de gordura subcutânea superior a dos mestiços (4,88 e 3,05 mm, respectivamente) afirmando que mesmo o Nelore apresentando menor peso e ganho de peso que mestiços, estes apresentam satisfatória terminação da carcaça, evitando que não sejam causados danos as carcaças durante o resfriamento e comercialização. Os valores foram similares aos obtidos por Leme et al. (2000)

onde a média da área de olho-de-lombo foi 61,3 cm² para animais da raça Nelore e 71,7 cm² para animais cruzados e por Perotto et al. (2000) em a área de olho-de-lombo dos animais da raça Nelore foram inferiores as dos mestiços, 53,7 cm² e 69,7 cm².

Tabela 3. Características físico-químicas do músculo *Longissimus dorsi* de amostras com 48 horas *postmortem*, área de olho-de-lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS) e quantidade de lipídeos na carne (LIPID).

Grupo Genético	Parâmetros avaliados		
	AOL (cm ²)	EGS (mm)	LIPID (%)
Brangus	71,9 ± 10,2 ^a	6,7 ± 2,5 ^a	1,2 ± 0,9 ^a
Nelore	63,0 ± 7,3 ^b	6,9 ± 2,6 ^a	1,6 ± 0,4 ^a

^{a,b} Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste t.

Os animais da raça Brangus diferiram dos Nelores com relação às características físico-químicas apenas na área de olho-de-lombo, apresentaram média de 71,9 cm² em contrapartida dos 63,0 cm² mensurados nos animais da raça Nelore ($P < 0,05$). Sugerindo uma diferença na taxa de crescimento e deposição de tecido muscular. Para as outras características analisadas (espessura de gordura subcutânea e porcentagem de lipídeos) não foi encontrada diferença estatística ($P > 0,05$), no entanto todos apresentaram resultados satisfatórios, visto que ambos apresentaram cobertura de gordura de aproximadamente 6,0 mm, conferindo um bom acabamento da carcaça e proteção contra o resfriamento e conseqüente encurtamento das fibras pelo frio. No presente trabalho não foi encontrada diferença ($P > 0,05$) quanto à

cobertura de gordura entre os grupos genéticos, provavelmente devido ao sistema utilizado que, conseqüentemente, padroniza os animais, as carcaças e a carne.

Estes resultados demonstram que para utilizarmos animais da raça Nelore é imprescindível que seja traçado um plano nutricional para que o animal além de alcançar um alto peso de abate, obtenha também adequada cobertura de gordura ($\geq 3,0$ mm).

Além das características de produção de carne, uma carcaça de qualidade deve apresentar quantidade de gordura suficiente para garantir sua preservação e características desejáveis para o consumo. Williams et al. (1995), observaram que a quantidade de gordura corporal pode ser manipulada pela dieta, porém o local de deposição e a eficiência do processo são características intrínsecas do animal. Característica dificilmente encontrada nos animais da raça Nelore, o que é interessante visto que atualmente existe uma preferência pela ingestão de carnes com menor porcentagem de gordura intramuscular.

Os valores referentes às perdas durante o cozimento das carnes estão dispostos na tabela 4 e evidenciaram que durante o cozimento a carne destes animais apresentaram o mesmo comportamento ($P > 0,05$) em relação aos tipos de perdas, exceto pela porcentagem das perdas por evaporação das carnes dos animais da raça Brangus que apresentaram valores inferiores ($P < 0,05$) às carnes dos animais Nelore ambas resfriadas por 48 horas.

Tabela 4. Valores de perdas no cozimento por evaporação (PE), gotejamento (PG) e perdas totais (PT) nas amostras do músculo *Longissimus dorsi* em dois momentos *postmortem*.

Grupo Genético	Período <i>Postmortem</i>					
	48 horas de resfriamento			7 dias de maturação		
	PE (%)	PG (%)	PT (%)	PE (%)	PG (%)	PT (%)
Brangus	8,7 ^a	1,8	10,5	10,5	1,0	11,5
Nelore	10,6 ^b	1,2	11,8	10,9	0,6	11,5

^{a,b} Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste t.

Sabe-se da importância quanto a maciez quando se fala em qualidade de carne e que a mesma é influenciada pela porcentagem de *Bos indicus*, ou seja, conforme aumenta a herança zebuína menor é a maciez da carne (CROUSE et al., 1989; SHACKELFORD et al., 1991; O'CONNOR et al., 1997).

Os resultados da análise de força de cisalhamento para as raças estudadas e diferentes tempos *postmortem* estão demonstrados na tabela 5 e evidenciaram que apesar das diferenças quanto ao crescimento destes animais, a maciez não foi afetada por isso, ou seja, entre os grupos genéticos não houve diferença ($P > 0,05$) quanto aos valores de força de cisalhamento medidas no mesmo período, havendo diferença apenas quanto aos momentos *postmortem* analisados. Este fato pode ser explicado por trabalharmos dentro de um modelo biológico de produção que naturalmente padroniza seus produtos.

Alguns autores afirmam que a menor maciez encontrada para animais zebuínos pode ser devido ao menor peso que os mesmos apresentam atrelado

com carcaças mais magras e com menor cobertura de gordura, susceptíveis ao encurtamento pelo frio devido a um manejo de rápido resfriamento (CROUSE et al., 1989; WHIPPLE et al., 1990; SHACKELFORD et al., 1991).

Tabela 5. Valores de força de cisalhamento (kg) da carne de animais das raças Nelore e Brangus em dois períodos *postmortem*.

Grupo Genético	Período <i>Postmortem</i>	
	48 horas de resfriamento	7 dias de maturação
Brangus	2,8 ± 0,7	2,3 ± 0,5
Nelore	2,7 ± 0,7	2,3 ± 0,4
Média	2,7	2,3

A produção de animais padronizados acarreta na produção de cortes cárneos também padronizados quanto às características físicas e bioquímicas de interesse econômico. A padronização dos produtos cárneos se tornou nos dias de hoje um importante requisito do mercado perante a cadeia produtiva de carnes, que não se contenta apenas com a qualidade, exige padronização e constância dos produtos adquiridos.

Os resultados de força de cisalhamento encontrados para animais puros da raça Nelore foram condizentes com os necessários para classificar uma carne como macia e assemelharam-se muito aos encontrados para os animais da raça Brangus que possuem alta porcentagem de *Bos taurus* na composição genética.

Hadlich et al. (2006) obtiveram valores de força de cisalhamento para as amostras apenas resfriadas por 24 horas (4,45 e 4,54 kg) e maturadas por 7

dias (2,96 e 2,18 kg) tanto para os animais da raça Nelore como os mestiços (Aberdeen Angus x Nelore) superiores aos encontrados neste trabalho nos mesmos períodos *postmortem*.

Stolowski et al. (2006) declararam que a maturação da carne por período superior a 14 dias é uma boa estratégia para diminuir os valores de força de cisalhamento, ou seja, melhorar a maciez da carne. No entanto, estes mesmos autores afirmam que se este mesmo período de maturação for utilizados para a carne de animais com grande porcentagem de genes zebuínos não será eficiente em tornar a carne mais macia, esta afirmação contrasta com os resultados obtidos neste trabalho, onde a carne proveniente de animais da raça Nelore (100% *Bos indicus*) foi tão macia quanto a carne dos animais Brangus.

Os resultados do índice de fragmentação miofibrilar (MFI) para o músculo *Longissimus dorsi* estão ilustrados na Tabela 6, e igualmente ao ocorrido para a análise da força de cisalhamento, não houve diferença entre os grupos genéticos indiferente do período *postmortem*, o que corrobora a idéia de que animais produzidos dentro de um modelo biológico tendem a produzir carne de igual qualidade.

Tabela 6. Valores médios de índice de fragmentação miofibrilar do músculo *Longissimus dorsi* de animais Brangus e Nelore coletados logo após o abate (0 horas), após 48 horas de resfriamento e maturação de 7 dias.

Grupo Genético	Período <i>Postmortem</i>		
	Abate	48 horas <i>postmortem</i>	7 dias de maturação
Brangus	30 ± 9,8 ^{aA}	73 ± 19,5 ^{aB}	97 ± 12,0 ^{aC}
Nelore	37 ± 12,0 ^{bA}	72 ± 19,6 ^{aB}	98 ± 12,4 ^{aC}
Média	33,5 ^A	72,5 ^B	97,5 ^C

^{a,b} Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste t.

^{A,B} Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste t.

Os resultados apresentados na Tabela 6 demonstraram que mesmo não havendo diferença entre os dois grupos genéticos é clara a diferença entre os períodos *postmortem*, e os valores de MFI aumentaram proporcionalmente com o aumento do tempo *postmortem*. Estes resultados estão de acordo com os resultados encontrados por Olson et al. (1976) que estabeleceram que com o aumento dos dias *postmortem* há um crescente aumento nos valores de MFI.

Os resultados encontrados para o MFI refletem claramente o que acontece no tecido muscular esquelético com relação à proteólise, pois logo após o abate a fragmentação miofibrilar apresentou valores bem abaixo daqueles encontrados para a mesma análise 48 horas após abate e sete dias de maturação. Isso é devido ao fato de que o músculo ainda não entrou no processo de *rigor mortis* e que antes do abate, a taxa de degradação e fragmentação miofibrilar é menor que a taxa de síntese protéica, para que a

resultante seja aumento de proteínas e não degradação como ocorre após o processo de *rigor mortis*.

Hadlich et al. (2006) encontraram que animais criados neste sistema de produção não necessitam de período superior a sete dias de maturação para obter carne macia, por isso optou-se por maturar as amostras do presente trabalho por apenas sete dias, o que significaria para setores industriais ligados a produção de carne bovina uma grande economia em energia e espaço físico.

As correlações entre as características de carne estão ilustradas na Tabela 7, e como já era esperado encontrou-se correlação fenotípica positiva entre a força de cisalhamento medida nas amostras apenas resfriadas por 48 horas e naquelas maturadas por sete dias ($r_p=0,50$; $P<0,01$), demonstrando que a maturação é uma ferramenta que auxilia nos processos de amaciamento, mas é imprescindível que a carne apresente condições mínimas necessárias para que a mesma sofra proteólise.

Neste mesmo sentido, o MFI das amostras com 48 horas *postmortem* apresentou correlação negativa com a força de cisalhamento medida nas amostras maturadas por 7 dias ($r_p= -0,38$; $P<0,01$), evidenciando que a análise do MFI da carne às 48 horas após o abate poderá nos fornecer informações quanto o amaciamento desta carne após 7 dias de maturação.

Tabela 7. Correlações entre os resultados das análises de qualidade de carne realizadas.

	<u>FC</u>		<u>MFI</u>		<u>Perdas – 48 hs</u>			<u>Perdas – 7 dias</u>			
	48 hs	7 dias	abate	48 hs	7 dias	PE	PG	PT	PE	PG	PT
<u>FC</u>											
48 hs		.50**	-.29	-.24	.11	.37*	.41*	.45**	.12	.14	.14
7 dias			-.09	-.38**	-.15	.33*	.48**	.47**	.46**	.51**	.51**
Abate				-.02	-.35*	-.04	-.30	-.12	-.22	.13	-.20
<u>MFI</u>											
48 hs					.10	-.31	-.38*	-.38**	-.06	-.10	-.09
7 dias						-.14	-.02	-.11	.03	-.07	-.00

2 FC = Força de cisalhamento; MFI= índice de fragmentação miofibrilar;

3 PE = perdas por evaporação; PG = perdas por gotejamento; PT = perdas totais durante o cozimento

4 Correlações de Pearson

5 *P<0,05 ; **P<0,01

As perdas devido ao cozimento (evaporação, gotejamento e total) da carne mostraram-se fortemente relacionadas à força de cisalhamento mensurada às 48 horas *postmortem* (perdas por evaporação $r_p = 0,37$, $P < 0,05$; perdas por gotejamento $r_p = 0,41$, $P < 0,05$; e perdas totais $r_p = 0,45$, $P < 0,01$) e sete dias de maturação (perdas por evaporação $r_p = 0,33$, $P < 0,05$; perdas por gotejamento $r_p = 0,48$, $P < 0,01$; e perdas totais $r_p = 0,47$, $P < 0,01$), também apresentaram correlação negativa com o índice de fragmentação miofibrilar medido as 48 horas *postmortem* (perdas por gotejamento e total $r_p = -0,38$; $P < 0,05$ e $p < 0,01$, respectivamente).

Os resultados da força de cisalhamento das amostras maturadas por sete dias também apresentaram correlação positiva com as perdas ao cozimento (evaporação, gotejamento e total) deste mesmo período ($r_p = 0,46$, $r_p = 0,51$ e $r_p = 0,51$; $P < 0,01$, respectivamente). Associando a baixa capacidade de retenção de água com uma provável menor maciez que carnes com alta porcentagem de perdas podem apresentar.

As correlações entre o MFI medido nas amostras maturadas por 7 dias e o colágeno não serão discutidas, visto que o MFI mede a taxa de proteólise do tecido muscular e o colágeno não representa uma fonte de variação para esta análise.

Conclusões

Os resultados encontrados no presente trabalho possibilitaram concluir que animais diferentes quanto o crescimento, se produzidos dentro de padrões pré estabelecidos de um modelo, apresentam similar desenvolvimento e carne de igual qualidade, em especial a maciez mesmo quando esta é proveniente de animais puros Nelore (*Bos indicus*).

Referências Bibliográficas

BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. New concepts of cattle growth. New York, 1976. 240 p.

BLIGH, E.; DYER, W. J. A rapid method for total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, Ottawa, v. 37, p. 911-917, 1959.

BULLOCK, K. D.; ERTRAND, J. K.; BENYSHEK, L. L. Genetic and environmental parameters for mature weight and other growth measures in Polled Hereford cattle. Journal of Animal Science, Champaign, v. 71, p. 1737-1741, 1993.

BUTTERY, P.J. Protein turnover in animals. Tropical Animal Production, v. 6, p. 204, 1981.

CHARDULO, L. A. L. et al. Efeito da somatotropina bovina recombinante (rbST) no desempenho e nas características químicas da carne de bovinos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 33, n. 2, p. 205-212, 1998.

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

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

FISHELL, V. K. et al. Palatability and muscle properties of beef as influenced by preslaughter growth rate. Journal of Animal Science, Champaign, v. 61, p. 151-157, 1985.

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

HADLICH, J. C. et al. Efeito do colágeno na maciez da carne de bovinos de distintos grupos genéticos. Acta Scientiarum Animal Science, Maringá, v. 28, n. 1, p. 57-62, jan./mar. 2006.

KOOHMARAIE, M. et al. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship?. Meat Science, Barking, v. 62, p. 345, 2002.

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

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 da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 29, suplemento 2, p. S2347-S2353, 2000.

MCKEITH, F. K. et al. Physical, chemical, histological and palatability characteristics of muscle from three breed-types of cattle at different times-on-feed. Meat Science, Barking, v. 15, p. 37-50, 1985.

MOREIRA, F. B. et al. Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred steers finished in pasture systems. Brazilian Archives of Biology and Technology, Curitiba, v. 46, p. 609-616, 2003.

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

OLSON, D. G.; PARRISH, J.; STROMER, M. H. Myofibril fragmentation and shear resistance of three bovine muscles during postmortem storage. Journal Food Science, Chicago, v. 41, p. 1036, 1976.

PEROTTO, D.; ABRAHÃO, J. J. S.; MOLETTA, J. L. Características quantitativas de carcaça de bovinos Zebu e de cruzamentos *Bos taurus* x Zebu. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 29, p. 2019-2029, 2000.

SAS user's guide: statistics. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1994.

SAZILI, A. Q. et al. The effect of altered growth rates on the calpain proteolytic system and meat tenderness in cattle. Meat Science, Barking, v. 66, p. 95, 2003.

SHACKELFORD, S. D. et al. An evaluation of tenderness of the Longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. Journal of Animal Science, Champaign, v. 69, n. 1, p. 171-177, 1991.

STOLOWSKI, G. D. et al. Factors influencing the variation in tenderness of seven major beef muscles from three Angus and Brahman breed crosses. Meat Science, Barking, v. 73, p. 475-483, 2006.

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

THOMSON, B. C. et al.. The effect of nutritional status on protein degradation and components of the calpain system in skeletal muscle of weaned wether lambs. Journal of Agricultural Science, Cambridge, v. 129, p. 471-477, 1997.

UNITED STATES DEPARTMENT AGRICULTURE. Official United States Standards for Grades of Carcass Beef Washington, 1989.

WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S. D. Standardized Warner-Bratzler Shear Force procedures for meat tenderness measurement. 1995. Disponível em: <http://192.133.74.26/MRU_WWW/protocol/WBS.html>. Acesso em: 10 set. 2001.

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

WILLIAMS, C. B.; BENNETT, G. L.; KEELE, J. W. Simulated influence of postweaning production system on performance of different biological types of cattle: II. Carcass composition, retail product, and quality. Journal of Animal Science, v. 73, p. 674-685, 1995

A pecuária brasileira passa por um momento de grande importância, atravessa a barreira de uma pecuária produtora de commodities para uma pecuária que elabora produtos diferenciados, padronizados e com qualidade. O Brasil já possui o maior rebanho e já está entre os maiores exportadores agora o grande desafio é aliar a “quantidade” à “qualidade”, e para isso inúmeros são os caminhos a serem seguidos tanto pelos pecuaristas como pela indústria frigorífica. Dentre as principais exigências com relação a carne bovina a maciez é a de maior destaque e a que sofre intensa influência de muitos fatores e entre eles raça e idade, principalmente devido a idade de abate utilizada no Brasil ser um pouco avançada e o rebanho ser basicamente de animais azebuados. Um sistema de produção que preconiza a otimização da fase de crescimento pela utilização de dieta de alta energia, resultando em animais com peso adequado de abate e terminação satisfatória, o que é muito interessante na atual busca por carcaças e carne de qualidade. Desta maneira a composição genética dos animais não seria um agravante quanto a qualidade do produto final, o que é interessante para a pecuária nacional visto que é formada basicamente por animais da raça Nelore e estes são conhecidos por possuir carne de qualidade inferior quanto a maciez. A utilização de sistemas de produção que visam o abate de animais com menor idade seria um grande passo na obtenção da tão almejada qualidade.