**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Efeito do teor de fibra e do processamento de milho na qualidade e
perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Nelore**

Pâmela Marcos Rizzo

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Ciência
Animal e Pastagens

**Piracicaba
2013**

Pâmela Marcos Rizzo
Zoootecnista

**Efeito do teor de fibra e do processamento de milho na qualidade e perfil de
ácidos graxos da carne de bovinos Nelore**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **DANTE PAZZANESE DUARTE LANNA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Ciência
Animal e Pastagens

**Piracicaba
2013**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Rizzo, Pâmela Marcos

Efeito do teor de fibra e do processamento de milho na qualidade e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Nelore / Pâmela Marcos Rizzo.- - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2013.
72 p: il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.

1. Ácidos graxos 2. Análise sensorial 3. Carnes 4. Gado Nelore 5. Milho - Processamento
I. Título

CDD 636.2084
R627e

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

A Deus, por guiar meu caminho e pela saúde.

Aos meus pais, Aparecido e Anair,

pelos ensinamentos, confiança e incentivo.

Aos meus irmãos Priscila, Alesandra e Eleandro,

por me apoiarem, pelo carinho e

momentos de descontração vividos.

Pelo amor de todos meus familiares e amigos

que mesmo com a distância sempre estiveram ao

meu lado para tornar esse trabalho realidade.

A VOCÊS DEDICO

AGRADECIMENTOS

Em especial à Deus, por estar sempre na minha vida e por tornar tudo possível.

Ao professor Dante Pazzanese Duarte Lanna pela orientação, pelos ensinamentos transmitidos, pela confiança, dedicação e amizade.

Aos professores Paulo Roberto Leme e Saulo da Luz e Silva pelos conhecimentos e auxílio durante o experimento.

Aos amigos Mariana Caetano e Rodrigo Goulart por me ajudarem muito na elaboração e execução do projeto, pela amizade, companheirismo, apoio, pelas inúmeras dúvidas solucionadas e pelas valiosas sugestões.

As novas amizades feitas durante o desenvolvimento do experimento, Anderson, Andrea, Daiane, Priscila, Thaila, Vitor, Daniele, Karina, Karen e Lucas pela colaboração e momentos agradáveis.

Aos amigos do Laboratório de Nutrição Animal – Amália, Andréa, Antônio, Maria Antônia e Michele pelo companheirismo, amizade e apoio durante todo meu mestrado.

Aos professores que contribuíram para a minha formação durante os anos de estudo.

Aos amigos feitos durante o curso de mestrado: Danilo, Gislaine, Leonardo, Milla, Gustavo e Valdson.

Às minhas amigas de república, Fabiane, Michele e Thaline pela amizade e carinho.

Ao Clodoaldo, uma pessoa muito especial em minha vida, pelo amor, carinho, compreensão e mesmo distante sempre se fez presente.

Ao um grande amigo, Alysson pelo companheirismo e conselho.

À minha família pelo apoio, incentivo e por tornar possível este trabalho.

À Escola Superior de “Agricultura Luiz de Queiroz” pela oportunidade e acolhimento para realizar o curso de mestrado.

À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA, Pirassununga) da Universidade de São Paulo pelo espaço cedido para realizar meu experimento.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

À FAPESP pelo financiamento do projeto.

A todos que não foram citados, mas contribuíram de maneira direta ou indireta para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

MUITO OBRIGADA!

De Tudo Ficam Três Coisas:

a certeza de estarmos sempre começando,

a certeza de que é preciso continuar

e a certeza de que podemos ser interrompidos antes de terminarmos.

Portanto: fazer da interrupção um caminho novo,

da queda um passo de dança,

do medo uma escada,

do sonho uma ponte,

da procura um encontro.

(Fernando Sabino)

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	13
1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1 Dieta concentrada na alimentação de bovinos.....	17
2.2 Qualidade da carne bovina.....	20
2.3 Maciez.....	21
2.4 Cor.....	23
2.5 Análise sensorial da carne bovina.....	25
2.6 Perfil de ácidos graxos na carne bovina.....	26
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1 Local.....	29
3.2 Animais e rações experimentais.....	29
3.3 Abate dos animais e colheita de amostras.....	33
3.4 Análises laboratoriais.....	33
3.4.1 Extrato etéreo e umidade.....	33
3.4.2 Análise de cor, pH e força de cisalhamento.....	34
3.4.3 Análise sensorial.....	35
3.4.4 Perfil de ácidos graxos.....	36
3.5 Análise estatística.....	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1 Características de qualidade da carne.....	39
4.2 Análise sensorial.....	43
4.3 Perfil de ácidos graxos da carne <i>in natura</i>	46
4.4 Perfil de ácidos graxos da carne após cocção.....	53
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
REFERÊNCIAS.....	61

RESUMO

Efeito do teor de fibra e do processamento de milho na qualidade e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Nelore

Foi avaliado o efeito do método de processamento do milho (PRC) e do teor de fibra insolúvel em detergente neutro proveniente de forragem (FDNf) na qualidade físico-químicas, análise sensorial e no perfil de ácidos graxos da carne *in natura* e após cocção de bovinos Nelore em confinamento. Foram utilizados 56 bovinos não castrados da raça Nelore, com peso inicial de 382 kg. Os animais foram distribuídos em baias individuais sendo separados de acordo com o peso vivo inicial, formando assim o delineamento em blocos completos casualizados, em esquema fatorial 2x4. Do total de 112 animais foram selecionados aleatoriamente 56 bovinos perfazendo sete animais de cada tratamento. Foram confinados durante 81 dias, sendo 21 dias de adaptação e 60 dias de tratamento. As dietas de tratamento continham teores de 3, 8, 13 e 18% de fibra insolúvel em detergente neutro proveniente de forragem (FDNf) e dois métodos de processamentos dos grãos de milho, sendo grão úmido ensilado - GU e grão seco moído fino - MM. Os dados foram analisados pelo procedimento MIXED e as medias foram determinadas pelo LSMEANS. As medias foram determinadas pelo LSMEANS. Testes para os efeitos fixos com valores de probabilidade inferiores ou iguais a 0,05 foram considerados significativos. Não foi observado efeito de interação entre FDNf e PRC para as características de qualidade da carne como umidade, força de cisalhamento, pH, cor e características sensoriais. Ao avaliar o teor de EE do músculo *Longissimus dorsi* houve diferença ($P=0,05$) entre os métodos de PRC utilizados. Os valores de EE obtidos no músculo *L. dorsi* dos animais alimentados foram de 1,80 vs. 1,48 para GU e MM, respectivamente. A relação $\omega 6:\omega 3$ apresentou decréscimo linear com o aumento no teor de FDNf, mostrando uma relação de 4,24 na dieta com 3% e 3,31 para as dietas contendo 18% de FDNf ($P<0,05$). A concentração de CLA encontrada na carne de animais alimentados com GU está dentro da faixa recomendada para carne bovina que é de 0,2 a 1,0% do total de ácidos graxos. Houve um aumento no teor de lipídios na carne dos animais que receberam dietas com milho grão úmido ensilado. O aumento no teor de FDNf na dieta resultou em menor relação $\omega 6:\omega 3$ na carne, algo desejável sob o ponto de vista da saúde do consumidor. O cozimento da carne não alterou o perfil de ácidos graxos da carne, pode-se então estimar o perfil de ácidos graxos por meio da análise em carnes cruas.

Palavras-chave: Milho grão úmido ensilado; Milho grão seco moído; Fibra; *Longissimus dorsi*; Composição lipídica; Atributos sensoriais

ABSTRACT

Effect of roughage level and corn processing on meat quality and fatty acid profile of Nellore bulls

Was evaluated the effect of corn processing method (PRC) and the content of neutral detergent fiber from roughage (NDF) in physicochemical quality and sensory analysis in the fatty acid profile of fresh beef and after cooking of Nelore cattle feedlot. We used 56 Nellore bulls with an initial weight of 382 kg. The animals were divided into individual stalls being separated according to initial body weight, thus forming the randomized complete block design in a 2x4 factorial design. Of the total of 112 animals were randomly selected 56 bulls totaling seven animals of each treatment. Were confined for 81 days, being 21 days of adaptation and 60 days of treatment. The treatment diets contained levels of 3, 8, 13 and 18% neutral detergent fiber from roughage (NDFr) and two methods of processing corn grains, being high moisture corn – GU and finely ground dry corn – MM. The data were analyzed using the MIXED procedure and the media were determined by LSMEANS. Tests for fixed effects with probability values less than or equal to 0.05 were considered significant.] There was no interaction effect between NDFr and PRC for meat quality characteristics such as moisture, shear force, pH, color and sensory characteristics. When evaluating the EE content of the Longissimus dorsi there was difference ($P=0.05$) between the PRC methods used. The EE values obtained in the animals L. dorsi muscle were 1.80 vs. 1.48 for GU and MM, respectively. The concentration of CLA found in animals meat fed with GU is within the recommended range for beef which is 0.2 to 1.0% of total fatty acids. The relationship $\omega 6:\omega 3$ displayed a linear decrease with the increase of NDFr level, showing a ratio of 4.24 in the diet with 3% NDFr and 3.31 in diets containing 18% NDFr ($P<0.05$). The concentration of CLA found in animals meat fed with GU is within the recommended range for beef which is 0.2 to 1.0% of total fatty acids. There was an increase in fat content in the meat of animals fed diets with high moisture corn silage. The increase in the content of FNDr in the diet, resulted in a lower ratio of $\omega 6:\omega 3$ in the flesh, desirable from the point of view of consumer health. The cooking of the meat did not alter the fatty acid profile of meat, can then estimate the fatty acid profile by analyzing in raw meats.

Keywords: High moisture corn; Ground dry corn; Roughage; *Longissimus dorsi*; Lipid composition; Sensory attributes

1 INTRODUÇÃO

O Brasil se tornou o maior exportador de carne bovina no mundo com aproximadamente 945 mil toneladas de carne *in natura* com 8.027 milhões de cabeça abatidas. Com esse aumento das exportações de carne no Brasil há a necessidade de intensificar a produção de bovinos de corte e melhorar a qualidade da carne. Uma das estratégias para incrementar a produtividade é o uso do confinamento, o qual permite aumentar a produção de carne de qualidade devido à maior padronização das carcaças e, conseqüentemente, produzir mercadoria voltada às preferências do consumidor.

O número de bovinos confinados no Brasil tem crescido substancialmente nos últimos anos, no entanto, para que se possa obter sucesso neste tipo de sistema, altos investimentos são necessários, principalmente relacionados à alimentação. Estima-se que a despesa com a nutrição animal representa de 70% a 80% do custo total de um confinamento (DeHAAN et al., 1995). Para tornar o uso do confinamento lucrativo é necessário alcançar a máxima eficiência animal utilizando dietas adequadamente balanceadas e compostas por alimentos que visam melhorar a conversão alimentar. Diversas estratégias tanto de manejo como nutricionais têm sido testadas, dentre elas o fornecimento de dietas ricas em fontes de energia contendo altas inclusões de grãos e subprodutos, sendo o amido o principal componente energético.

No intuito de se aumentar a disponibilidade de amido dos grãos alguns métodos de processamento são utilizados. A moagem, por exemplo, pode resultar em grãos com diferentes tamanhos de partículas, resultando em variações da degradação ruminal e digestão intestinal (PAZIANI et al., 1999). No entanto, existem métodos de processamento mais eficientes em aumentar a disponibilidade de energia, como a ensilagem de grãos úmidos (SANTOS et al., 2004), que proporciona melhora bastante semelhante ao processo de floculação.

A utilização de dietas com alto concentrado em confinamento é crescente devido à baixa concentração de nutrientes encontrado nos volumosos exigindo maior consumo desse alimento e maior tempo de digestão, no entanto níveis adequados na dieta são necessários para a saúde ruminal dos animais em terminação. Entretanto, pouco se sabe sobre os efeitos da baixa inclusão de forragem em dietas altamente energéticas sobre a qualidade de carne de bovinos

Nelore. Como os consumidores vêm se tornando cada vez mais exigentes, é necessário avaliar as principais características que determinam a aceitação global e que estão relacionadas com a maciez, cor, sabor e suculência da carne. Outro aspecto que tem sido considerado pelos consumidores é o teor de gordura presente na carne e os seus impactos na saúde humana.

Considerando a importância da alimentação na qualidade da carne de bovinos, justifica-se a necessidade de verificar se há ou não diferença no efeito do método de processamento do milho: grão úmido ensilado e grão seco moído fino, e do teor de fibra insolúvel em detergente neutro proveniente de forragem (3, 8, 13 e 18% na MS) na qualidade físico-químicas, análise sensorial e no perfil de ácidos graxos da carne *in natura* e após cocção de bovinos Nelore confinados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Dieta concentrada na alimentação de bovinos

Para tornar o uso do confinamento lucrativo é necessário alcançar a máxima eficiência animal. O uso de dietas adequadamente balanceadas e compostas por alimentos que visam melhor conversão e eficiência alimentar. Este objetivo pode ser obtido por meio do fornecimento de dietas ricas em fontes de energia contendo altas inclusões de grãos e subprodutos.

O amido é o principal componente energético presente nos grãos, representando 70 a 80% de sua composição. A sua digestibilidade depende de vários fatores como o tipo de grão de cereal, teor de amilopectina e de amilose, camada externa do grânulo, presença de uma matriz protéica, que reveste o grânulo de amido e os métodos de processamentos utilizados (OWENS; ZINN, 2005).

A diferença na digestibilidade entre os diversos grãos de cereais pode ser atribuída às características estruturais. Os grãos de trigo e cevada apresentam um endosperma farináceo e uma matriz protéica mais difusa o que facilita a penetração dos microrganismos amilolíticos. Já, no milho e sorgo a matriz protéica é mais resistente, dificultando o acesso dos microrganismos (ORSKOV, 1986; MCALLISTER et al., 1993). A maneira de minimizar os efeitos negativos da matriz protéica e o tamanho de partículas sobre o acesso das enzimas digestivas aos grânulos de amido é o uso do processamento. Essa importante ferramenta ocasiona o rompimento do pericarpo e da matriz protéica e reduz o tamanho das partículas, permitindo o acesso dos microrganismos ao amido e aumenta a área de superfície disponível para adesão e colonização dos mesmos (MCALLISTER et al., 2006). Dessa forma, o processamento de grãos pode aumentar a disponibilidade do amido e da proteína dos grãos, proporcionando maior digestibilidade tanto no rúmen quanto no trato digestivo total (NOCEK; TAMMINGA, 1991). Pode também proporcionar aumento no consumo de energia e melhora na eficiência alimentar em bovinos confinados (SANTOS; CARARETO; MARQUES, 2011). Isso ocorre em função do maior aporte de energia disponível para o desenvolvimento da população microbiana, o que resulta em maior produção de ácidos graxos voláteis (AGV), a maior fonte de energia para os ruminantes (ANTUNES, RODRIGUEZ, 2006).

Os métodos de processamento proporcionam diferenças consideráveis na digestibilidade do amido no trato total, sendo mais elevada em grãos floculados

(98,9%), seguido por grãos ensilados úmidos com teor de umidade entre 30 a 35% (95,3%), milho laminado a vapor (93,2%) e laminado a seco (92,2%) (ZEOULA, CALDAS NETO, 2001). Dessa forma, os processamentos são mais intensos e mais eficientes quando os grãos são submetidos a efeitos térmicos, presença de água e expansão do material. A floculação é um processo bastante comum em confinamentos dos Estados Unidos, porém no Brasil, esse método não é viável economicamente, sendo a silagem de grão úmido uma alternativa para substituir a floculação. O método mais utilizado é a moagem a seco tanto para grãos de milho quanto de sorgo por ser um processo simples que permite a redução no tamanho das partículas, rompe o pericarpo e expõe o endosperma, contribuindo dessa maneira para o aumento da digestibilidade do amido no trato digestivo (ALMEIDA et al., 2010; SANTOS; CARARETO; MARQUES, 2011).

Os grãos ensilados apresentam amido com alta digestibilidade no trato total quando comparados com os métodos de laminação a seco (CARARETO, 2011). Esse aumento na digestibilidade do grão de milho ensilado úmido pode ser explicado pela solubilização parcial da matriz protéica dos grãos, por ações das enzimas proteolíticas microbianas (ANTUNES; RODRIGUEZ, 2006). Silva et al. (2007), verificaram que apesar da ingestão de matéria seca (MS) ser menor para animais Nelore alimentados com dietas contendo milho grão úmido ensilado em relação ao milho grão seco moído, não houve diferença no ganho de peso dos animais. Henrique et al. (2007), em experimento com tourinhos Santa Gertrudes, não encontraram diferença entre o milho grão úmido ensilado e o milho seco, quanto ao consumo de MS e ganho de peso dos animais. Entretanto, estes autores observaram que o uso de milho grão úmido ensilado melhorou a eficiência alimentar em 9,7% em relação ao milho grão seco. O processo de moagem é suficiente para aumentar a disponibilidade do amido dos grãos de cereais e proporcionar desempenho satisfatório. No entanto, a ensilagem de grãos úmidos é mais eficiente em aumentar a disponibilidade da energia dos grãos (SANTOS et al., 2004).

A utilização de dietas de alta densidade energética, ou seja, dietas contendo alta inclusão de grãos têm sido adotadas para intensificar o sistema de produção, por proporcionar maior taxa de ganho de peso e adequado acabamento quando comparado com dietas com alta inclusão de volumoso (OWENS, 1998; OWENS; ZINN, 2005). Essas dietas permitem a terminação de animais zebuínos em confinamento, por um curto período de tempo, permitindo um ganho de peso mais

eficiente com uma maior deposição de gordura nas carcaças. No trabalho desenvolvido por Oliveira et al. (2009), foram avaliados o desempenho e as características de carcaça de tourinhos alimentados com duas proporções de concentrado (60 e 40% da MS), em dietas contendo cana-de-açúcar. Esses autores observaram que a dieta com maior teor de concentrado (60%) proporcionou maior ganho de peso diário (1,44 vs. 0,98 kg/animal), peso de abate (499,43 vs. 460,20 kg) e carcaça quente (265,39 vs. 244,70 kg) em relação a dieta com menor inclusão de concentrado (40%).

Se, por um lado dietas com alta percentagem de concentrado são vantajosas proporcionando melhor desempenho animal, em contrapartida podem predispor o surgimento de desordens digestivas como o aparecimento de acidose ruminal, causando lesões na parede do rúmen e o aparecimento de abscessos no fígado (KRAUSER; OETZEL, 2006; VECHIATO, 2009). Essas enfermidades proporcionam perdas produtivas e econômicas para os pecuaristas e frigoríficos, devido ao baixo desempenho dos animais e condenação dos fígados na indústria frigorífica. Com o intuito de prevenir essas perdas, cuidados com níveis de fibra na dieta com alto concentrado na dieta de bovinos devem ser considerados.

A fibra é definida como o componente estrutural das plantas (parede celular) e fonte de carboidratos que são usados pelos microrganismos ruminais como fonte de energia (WEISS, 1993; VAN SOEST, 1994). A principal característica dos carboidratos dos alimentos volumosos está relacionada a efetividade em promover a atividade física motora do trato gastrintestinal e a saúde geral do rúmen e do animal (MERTENS, 1997). Porém, a lenta degradação e reduzida taxa de passagem da fibra no rúmen podem limitar a ingestão de alimento, por restrição na capacidade do trato digestivo (limitação física) (MERTENS, 1994). Putrino et al. (2006) avaliaram diferentes níveis de concentrado (20, 40, 60 e 80%) em dietas com silagem de milho para engorda de bovinos da raça Nelore e Brangus. Os autores observaram efeito quadrático, com aumento no ganho de peso, com o ponto máximo no nível de 60% de concentrado.

Pereira et al. (2006) avaliaram o efeito do fornecimento de dietas com silagem de sorgo e 20, 35, 50 e 65% de concentrado e observaram que o desempenho dos animais que receberam a dieta com 20% de concentrado foi superior ao dos animais alimentados com 35%. Com base na diferença do desempenho dos animais, em relação aos níveis de forragem na dieta, Resende et

al. (2001) concluíram que existem níveis ótimos de inclusão de concentrados ou volumoso para a máxima eficiência de utilização dos nutrientes.

2.2 Qualidade da carne bovina

A carcaça de um bovino é constituída em maior porção de músculos, que serão convertidos em carne após as transformações químicas e físicas no *rigor mortis* advindas do abate do animal (LUCHIARI FILHO, 2000). No entanto, a qualidade dessa carne é um dos fatores mais importantes para sua comercialização.

Os consumidores costumam escolher e avaliar a qualidade dos cortes cárneos baseado em experiências pessoais que possuem no que se refere aos atributos de qualidade visual, gustativa, nutritiva e aspectos sanitários, além, obviamente do preço estabelecido pelo valor justo correspondente a esses atributos (LUCHIARI FILHO, 2000). Entretanto, o conceito de qualidade de carne é muito mais amplo e envolve diversos aspectos que podem influenciar no produto final. Ela pode ser dependente do manejo do animal antes do abate e das condições do processo que serão aplicados durante as primeiras 24 horas após o abate, sendo esses fatores conhecidos com *ante-mortem* e *post-mortem* (LUCHIARI FILHO, 2000).

Na primeira categoria, encontram-se fatores relacionados ao genótipo dos animais e às condições ambientais em que eles se desenvolveram, além da alimentação, idade ao abate, sexo e efeito do estresse (FELICIO, 1997). Algumas medidas de manejo dos animais no período que antecede o abate, como evitar a mistura de animais de diferentes sexos, idades e categorias, transportá-los nas horas mais frescas do dia e não utilizar choques elétricos entre outros, podem favorecer uma qualidade adequada da carne (LUCHIARI FILHO, 2000). A falta de cuidado desses fatores citados acima pode implicar diretamente em problemas qualitativos desenvolvidos na fase *post-mortem*. Um exemplo de fatores pré-abate influenciando o pós abate é a queda rápida no pH muscular (FELICIO, 1997). Após a morte, o pH tem extrema importância na transformação do músculo em carne com efeito sobre a qualidade do produto final (PARDI et al., 1994). O pH exerce ainda influência sobre várias características, como na capacidade de retenção de água, perda de peso por cocção e força de cisalhamento. Bovinos de corte, quando submetidos a estresse pré-abate, esgotam parcial ou totalmente suas reservas de

glicogênio não havendo uma queda normal do pH, podendo ocasionar o problema de carne escura, rígida e seca (dark, firm, dry - DFD) (FELÍCIO, 1997).

As principais características qualitativas da carne bovina estão relacionadas com a maciez, cor, sabor e suculência, que determinam a aceitação global do corte pelos consumidores.

2.3 Maciez

A principal característica organoléptica da carne é a maciez, que está atribuída à qualidade da carne e influência na aceitabilidade do produto pelos consumidores (COSTA et al., 2002). Além disso, os consumidores no momento da compra, também dão importância à cor e ao excesso de gordura. Entretanto, no momento de consumir, as características de maior relevância são maciez, sabor e suculência, o que leva o consumidor a adquirir novamente o produto.

A maciez pode ser definida como a facilidade de mastigar a carne, sendo composta por três sensações pelo consumidor: inicial, a facilidade de penetração e corte; secundária e mais prolongada que é a resistência à ruptura ao longo da mastigação; e a final, que se refere a sensação de resíduo após a mastigação (MATURANO, 2003). Existem várias maneiras de medir a maciez da carne, quando se utiliza a resistência à mastigação detectada por provadores - maciez sensorial ou pode ser quantificada com o uso de aparelhos específicos, quando trata de medidas físicas da resistência da carne cozida. Neste processo as carnes são submetidas a compressão ou cisalhamento e, quanto maior a força necessária, menor é a maciez apresentada no corte (FELÍCIO, 1999). A maciez é determinada por diversos fatores intrínsecos ao músculo, dos quais podem ser influenciados pela genética, idade do animal, nutrição, estresse, além de processos relacionados ao abate como a utilização de estimulação elétrica, *rigor mortis*, resfriamento da carcaça, pH final, maturação entre outros processos (FELÍCIO, 1997).

No que se refere ao componente genético, é possível observar que existem variações na maciez entre e dentro das raças bovinas. A carne produzida no Brasil é oriunda de animais *Bos indicus* (zebuínos), considerada menos macia. Vários estudos demonstram que quanto maior a participação de genes zebuínos, em cruzamentos com bovinos europeus (*Bos taurus*), há redução considerável na maciez da carne (BIANCHINI et al., 2007; CLIMACO et al., 2011).

Bressan et al. (2011) ao avaliarem a qualidade de carnes de animais *Bos taurus* e *Bos indicus*, relataram que a força de cisalhamento foi mais baixa para *B. taurus*, do que em *B. indicus*, com uma diferença de 1,4 kg entre os grupos genéticos, indicando menor maciez para animais *B. indicus*. Heinemann et al. (2003), avaliando a maciez da carne em animais Nelore e cruzados ($\frac{1}{2}$ Limousin $\frac{1}{2}$ Nelore), observaram que a força de cisalhamento para animais cruzados foi menor em relação aos animais Nelore (10,50 vs. 11,85 kg). O decréscimo da maciez de zebuínos está associado à diferença na atividade das enzimas proteolíticas (calpaínas e calpastatina) no período pós abate do animal. As calpaínas são as principais proteases cálcio dependentes, que atuam na degradação das fibras musculares, sendo responsáveis pela proteólise *post-mortem*, aumentando a maciez. No entanto, a atividade da calpastatina é de inativar as calpaínas, impedindo desta maneira a degradação das proteínas musculares, diminuindo a maciez. Dessa maneira, a maior atividade da calpastatina em zebuínos promove menor maciez da carne (CURI et al., 2009; GRUBER et al., 2006).

Animais de apresentam condições sexuais diferentes, como mencionado anteriormente, também pode afetar a maciez. Existem ainda discussões na literatura quanto à maciez da carne de animais castrados ou não. Autores relatam que não foram observadas diferenças para força de cisalhamento da carne entre os animais dos dois grupos (RIBEIRO et al., 2004). Porém, a maioria dos estudos apresenta maior maciez na carne de animais castrados (CLIMACO et al., 2006; VAZ et al., 2001). Essa diferença na maciez pode ser explicada pela quantidade de glicogênio no momento pré abate. Animais não castrados por apresentarem comportamento mais agressivo e, conseqüentemente, maior estresse antes do abate, podem apresentar diminuição do glicogênio muscular, prejudicando a curva de queda do pH *post-mortem* e estabelecendo a condição de DFD (VAZ et al., 2001).

Quando os animais são terminados com dietas de alto grão, com alta energia, permite maiores ganhos e maior deposição de gordura subcutânea e intramuscular que animais com dietas à base de forragens, contribuindo com a maciez da carne. O efeito da gordura de marmoreio (gordura intramuscular) na maciez ocorre em função da diminuição da densidade da carne, diminuindo a tensão entre as camadas de tecido conjuntivo, o que propicia a lubrificação das gorduras. Já a gordura subcutânea é importante como isolante térmico que age diretamente na velocidade de resfriamento da carcaça, minimizando o encurtamento das fibras

pelas baixas temperaturas das câmaras frias, proporcionando menor influência na maciez (FELICIO, 1993; BYRNEA et al., 2000). Bressan et al. (2011) trabalhando com dois sistemas de terminação a pasto ou suplementação com grãos, constataram que a carne dos os animais suplementados apresentou menor força de cisalhamento, quando comparados com os animais terminados a pasto (7,7 vs. 8,5 kg). Vaz et al. (2007) avaliando novilhos Aberdeen Angus em diferentes sistemas de terminação também relatam maior maciez na carne de animais confinados que a pasto (7,27 vs. 9,23 kg), respectivamente.

2.4 Cor

No momento da compra da carne, a cor da carne é um fator importante para os consumidores, depois a gordura visível e por último o preço. Sendo assim, a cor desempenha um papel importante na comercialização da carne. A coloração mais escura inibe a compra, uma vez que o consumidor associa a cor escura com uma possível deterioração ou originada de animais mais velhos (VAZ; RESTLE, 2002; BRONDANI et al., 2006). A cor vermelha da carne é determinada pela presença da mioglobina (Mb), responsável por até 80% da pigmentação no músculo (MATURANO, 2003; MANCINI; HUNT, 2005). Além da quantidade, o estado químico da Mb presente no músculo também está diretamente relacionada com a intensidade da cor na carne (FELICIO, 1999; LAWRIE, 2005).

A Mb é formada por uma proteína globular (globina) e uma porção prostética (grupo heme), onde se encontra o átomo de ferro e a cor da carne é dependente do estado de oxidação desse elemento. O estado químico da mioglobina depende da valência do íon ferro e sua reação com qualquer produto pode modificar a cor da carne. Quando o ferro está associado a uma molécula de oxigênio o pigmento é denominado de oximioglobina e obtêm a cor vermelha brilhante ou cereja, que proporciona um aspecto atraente para os consumidores. Na ausência de oxigênio o íon ferro se liga a uma molécula de água e a cor será vermelha púrpura, devido a redução da Mb (desoximioglobina). Essa cor é característica de carne fresca embalada a vácuo ou no interior da carne e confere uma aparência desagradável ao consumidor. Entretanto, quando a embalagem é aberta e a carne é exposta, há uma combinação do ferro com o oxigênio e a Mb torna-se oximioglobina. Já quando ocorre uma oxidação do ferro, obtêm-se a coloração marrom, originando a

metamioglobina que é indesejável do ponto de vista do consumidor (LAWRIE, 2005; MANCINE; HUNT, 2005; OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009).

Existem alguns métodos para mensurar a cor, usando colorímetros, sendo o CIELAB ou espaços L^* , a^* , b^* os mais conhecidos. O espaço L^* indica luminosidade e varia de branco ($+L^*$) ao preto ($-L^*$), a^* e b^* representam as coordenadas de cromaticidade, o eixo vai de verde ($-a^*$) ao vermelho ($+a^*$) e de azul ($-b^*$) ao amarelo ($+b^*$) (FELICIO, 1999; MUCHENJE et al., 2009).

Muchenje et al. (2009) descreveram que, em bovinos, as médias para a luminosidade (L^*) deve ser entre 33,2 e 41,0, sendo que valores inferiores e acima a estes a carne seria classificada como escura e extremamente claras, respectivamente. Para a intensidade da cor vermelha (a^*) os valores devem permanecer entre 11,1 e 23,6 e para a cor amarela (b^*) entre 6,1 e 11,3. A coloração da carne, resultante da concentração de pigmentos, pode variar em função da espécie, raça, idade do animal, sexo, tipo de músculo, tipo de fibra muscular, sistema de terminação e estresse pré abate (LAWRIE, 2005; MUCHENJE et al., 2009).

Animais que são submetidos a situações de desconforto por algum agente estressor, tanto ambiental como disputas de dominância ou até mesmo de manejo no pré abate, podem desencadear mudanças comportamentais provocando alterações fisiológicas denominadas estresse (GRANDIN, 2000). O animal estressado apresenta rápido consumo de glicogênio muscular, o que reduz a formação de ácido láctico e acarreta queda lenta do pH *post-mortem*. Desta forma, o pH permanece acima de 6,0, resultando em carne seca DFD que tem baixa aceitação pelo consumidor devido a cor mais escura e textura (RESTLE, 2002; HEINEMANN et al., 2003).

Silveira et al. (2006) verificaram a interação do grupo genético (Aberdeen Angus e Aberdeen Angus x Nelore) com o temperamento dos animais. Estes autores observaram menores valores para os parâmetros L^* , a^* e b^* para os animais cruzados (Aberdeen Angus x Nelore), indicando cor vermelha escura para esses animais. Eles observaram também que a presença da genética zebuína possui maior susceptibilidade ao estresse. Andrade et al. (2010) também encontraram valores de luminosidade (L^*) menores para animais Nelore, em relação ao Red Norte, sendo justificado que temperamento mais excitável provoca carne mais escura.

Maggioni et al. (2012) concluíram que a composição genética (raças puras ou cruzadas) têm efeito sobre a cor da carne e que animais da raça Nelore apresentam uma carne com coloração mais intensa que pode ser atribuída a maior frequência de fibras de contração lenta, metabolismo oxidativo e coloração vermelha na composição da sua musculatura. A coloração escura da carne pode ser em virtude do aumento da quantidade de Mb com o avançar da idade de abate. Assim, o sistema de terminação em confinamento pode acelerar o ganho de peso e antecipar a idade ao abate dos animais, melhorando o aspecto visual da carne de bovinos (MISSIO et al., 2010).

2.5 Análise sensorial da carne bovina

A qualidade da carne é julgada pelas características desejadas e valorizadas pelo consumidor. A satisfação em saborear a carne é resultante da interação entre a maciez, suculência e sabor e esses atributos estão correlacionados com a análise sensorial e não podem ser determinados por outra técnica, com exceção da maciez que também pode ser medida por instrumento para determinar a força de cisalhamento (FELICIO, 1999).

Existem várias técnicas para analisar sensorialmente a carne. A análise deve ser realizada em ambiente controlado para que fatores ambientais não interfiram sobre as avaliações dos provadores. Geralmente, as amostras são provenientes do músculo *Longissimus dorsi* e estas são cozidas controlando a temperatura interna dos bifes a 70°C. Isso deve ser realizado, uma vez que a carne crua tem pouco ou quase nenhum aroma e os sabores característicos são resultados de reações durante o processo de cocção (MADRUGA et al., 2000; OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009). Em estudos que envolvem o melhoramento genético com a finalidade de melhorar a maciez, ou quando avaliam os efeitos do manejo alimentar e do pré abate na qualidade da carne, torna-se necessário também avaliar as características sensoriais para obter uma carne de melhor qualidade.

A palatabilidade é resultante de combinações de impressões visuais, olfativas e gustativas que apresentam após a cocção, seguidas de mastigação do alimento. Os componentes relacionados com a palatabilidade da carne incluem a suculência, maciez, sabor e aroma (LUCHIARI FILHO, 2000; MUCHENJE et al., 2009).

A suculência da carne cozida apresenta-se em duas formas, a sensação de umidade nos primeiros movimentos mastigatórios, devido a liberação de líquido pela carne e a sensação de suculência, que é mantida pelo efeito da gordura na carne que estimula a salivação (OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009). Em um experimento com animais jovens e super-jovens de diferentes grupos genéticos (Charoles x Nelore), Pacheco et al. (2005) observaram que os animais jovens apresentaram menor grau de marmoreio e menor suculência que os animais super-jovens, isso porque o conteúdo de gordura intramuscular (marmoreio) atua como uma barreira contra a perda por cocção e aumenta a suculência. Kuss et al. (2010) ao avaliarem as características sensoriais da carne de novilhos não castrados ou castrados terminados em confinamento, verificaram que a carne dos animais não castrados foi menos palatável e menos suculenta. Os autores explicam que a causa desse fato foi que os não castrados apresentou menor grau de marmoreio e maior perda de líquido durante a cocção, em comparação à dos castrados.

O sabor e o aroma são sensações que não podem ser discutidas separadamente por serem aspectos complementares no momento do consumo. A denominação do conjunto odor e sabor, *flavor* representa a sensação final de uma combinação de estímulos olfativos e gustativos que abrange as demais características organolépticas (OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009). Existem vários compostos na carne que colaboram para o sabor e aroma. Os principais precursores são os compostos voláteis, derivados da degradação dos lipídeos e as substâncias solúveis em água, que podem ser alteradas por meio do armazenamento e cozimento (CALKINS; HODGEN, 2007). A composição dos ácidos graxos determina os compostos produzidos pela oxidação durante o cozimento, nesse processo são produzidos os aldeídos, que são os principais componentes voláteis que desempenham um importante papel no aroma e sabor da carne de determinadas espécies (MOTTRAM, 1998; WOOD et al., 2003).

2.6 Perfil de ácidos graxos na carne bovina

A carne bovina é um alimento de alto valor biológico, tem grande quantidade de nutriente e baixo valor calórico (LUCHIARI FILHO, 2000). A qualidade da carne é normalmente avaliada por características de maciez, cor e sensoriais. No entanto, os aspectos relacionados com o teor e a composição da gordura também são

importantes devido a influência no sabor da carne e na saúde humana. Nos últimos anos, houve uma redução no consumo de produtos de origem animal pelo fato de estar associado ao aumento do índice de colesterol que colabora com o surgimento de doenças cardiovasculares (WHETSELL et al., 2003; SCOLLAN et al., 2006).

As gorduras são constituídas por triglicerídeos, que são formados pela esterificação dos ácidos graxos com o glicerol. Os ácidos graxos se diferem pelo tamanho da cadeia de átomos de carbono e pela ligação que os unem. Os saturados, átomos de carbono estão unidos por ligações simples e os insaturados quando há uma ou mais duplas ligações, sendo definidos como monoinsaturados e poli-insaturados, respectivamente (CHAMPE et al., 2006). A maioria da gordura de marmorização (92%) é composta por seis ácidos graxos: mirístico (14:0), palmítico (16:0), palmitoléico (16:1), esteárico (18:0), oléico (18:1) e linoléico (18:2) (DUCKETT, 2012).

Os ruminantes possuem carne com elevado teor de gordura saturada e pequenas quantidades de poliinsaturadas em relação aos animais não-ruminantes (WOOD et al., 2003). Essa elevada concentração de gordura saturada é devido ao processo de biohidrogenação ruminal, que modifica os ácidos graxos insaturados oriundos da dieta. Após a ingestão da dieta os lipídeos são hidrolisados por lipases e liberam glicerol e ácidos graxos saturados e insaturados. Os ácidos graxos insaturados, em sua maioria, são hidrogenados pelas enzimas hidrogenases presentes nas bactérias da microbiota ruminal, tornando-os saturados. Esse processo é um mecanismo de autodefesa das bactérias, pois os ácidos graxos polinsaturados são tóxicos aos microrganismos ruminais (KOZLOSKI, 2002; PALMQUIST; MATTOS, 2006). Durante o processo de biohidrogenação ruminal os ácidos graxos insaturados linoléico (18:2) e linolênico (18:3) são convertidos a esteárico (18:0) através das enzimas isomerases e redutases. No entanto, vários intermediários são formados, destacando o ácido linoléico conjugado cis-9, trans-11 (CLA) (KOZLOSKI, 2002). A concentração de CLA na carne bovina é bem superior quando comparado com carne dos demais animais e têm grande importância na saúde humana na proteção contra doenças cancerígenas, doenças cardíacas, além de melhorar o sistema imunológico e reduzir o nível de gordura corpórea (MACDONALD, 2000).

Sabe-se que os ácidos graxos saturados elevam as lipoproteínas de baixa densidade (*low density lipoprotein* - LDL), promovendo efeito hipercolesterolêmico

em humanos. No entanto, esse efeito é fornecido principalmente pelos ácidos graxos mirístico (14:0) e palmítico (16:0) (DUCKETTI, 2001; FRENCH et al., 2003). Em experimento com novilhos Nelore, terminados em confinamento, sobre o perfil de ácidos graxos, Freitas (2006) observou que os ácidos graxos, palmítico (16:0), esteárico (18:0) e o mirístico (14:0) foram os de maior representatividade. Entretanto, não apresentaram efeito em aumentar o colesterol do plasma.

Os ácidos graxos monoinsaturados podem aumentar os níveis de lipoproteínas de alta densidade (*high density lipoprotein* - HDL) e diminuir o LDL no sangue (MUCHENJE et al., 2009). Já os polinsaturados proporcionam benefícios à saúde, pois são ácidos graxos essenciais e são agrupados em ômega-3 (ω 3) e ômega-6 (ω 6) (PALMQUIST, MATTOS, 2006). Vários trabalhos demonstraram que com aumento na proporção de forragens na dieta há uma maior relação entre polinsaturados:saturados, menor proporção ômega 6:ômega 3 e maior concentração de ácido linoléico conjugado (CLA). Isso ocorre devido a maior ingestão de ácidos graxos insaturados que são provenientes das forragens (FRENCH et al., 2000; KOZLOSKI, 2002; ROSSATO et al., 2010).

É de interesse dos nutricionistas desenvolverem estratégias para manipular a composição dos ácidos graxos da carne bovina devido a necessidade de produzir carnes mais saudáveis e melhorar a competitividade com as demais carnes. No entanto, essas alterações podem refletir no aroma, sabor, coloração e no tempo de prateleira da carne, características estas que são de extrema importância para os consumidores (WOOD et al., 2003).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pela comissão de ética do uso de animais em pesquisa (CEUAP) na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

3.1 Local

O experimento foi conduzido nas instalações do confinamento da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, campus de Pirassununga da Universidade de São Paulo – FZEA/USP, no período de novembro de 2010 a janeiro de 2011. O município de Pirassununga está localizado a 21° 59’ de latitude Sul e 47° 26’ de longitude Oeste e a altitude média de 635 metros.

3.2 Animais e rações experimentais

Foram utilizados 56 animais não castrados da raça Nelore de dois a três anos de idade, com peso médio inicial de $382 \pm 30,44$ kg. Os animais foram distribuídos em baias individuais sendo separados de acordo com o peso vivo inicial, formando assim o delineamento em blocos completos casualizados, em esquema fatorial 2x4. Havia no total 112 animais e foram utilizados apenas 56 bovinos perfazendo sete animais de cada tratamento.

Todos os animais foram alojados em três tipos de estrutura de confinamento. O primeiro tipo era composto por quatro baias coletivas. Os comedouros apresentavam sistema eletrônico do tipo *calan gate* permitindo o controle do consumo individual. O segundo e o terceiro tipo de estrutura eram baias individuais. Em todos os tipos de estrutura de confinamento, os comedouros eram cobertos.

No início do experimento, os animais receberam vermífugo (1 mL para cada 50 kg de peso vivo), vitamina A, D e E (5 mL por animal), vacina de clostridiose (3 mL por animal). Durante o experimento os animais receberam vacina para febre aftosa seguindo o calendário nacional de vacinação (novembro/2010). Os animais foram alimentados duas vezes ao dia sendo o primeiro fornecimento às 07:00 horas e o segundo às 16:30 horas. Com o intuito de manter os cochos limpos, de maneira

semelhante ao sistema adotado em confinamentos comerciais, foi utilizado escore de cocho, permitindo consumo *ad libitum*.

Os animais foram confinados durante 81 dias, sendo 21 dias de adaptação e 60 dias de tratamento. Nos 12 primeiros dias de adaptação a única diferença entre os tratamentos era somente o método de processamento do grão de milho. A partir do décimo terceiro dia, houve o avanço gradual para as dietas mais energéticas dos tratamentos a cada três dias, sendo somente realizado para os animais referentes aos tratamentos com menores inclusões de FDNf. No vigésimo segundo dia, cada animal recebeu seu respectivo tratamento.

As dietas experimentais foram formuladas de acordo com as exigências estimadas pelo NRC (1996) (Tabela 1 e 2). As dietas de tratamento continham teores de 3, 8, 13 e 18% de fibra insolúvel em detergente neutro proveniente de forragem (FDNf) e dois métodos de processamentos dos grãos de milho, sendo grão úmido ensilado - GU e grão seco moído fino – MM. Foram utilizados na dieta os grãos de milho de textura semidura (DOW 2B707), plantados em quantidades suficientes para todo o experimento. A forragem utilizada foi silagem de cana-de-açúcar (variedade SP91-1049).

Para a confecção do GU, os grãos foram colhidos com 40% de umidade e armazenado em silo tipo *bag* por pelo menos 180 dias. A moagem nos grãos de milho antes do processo de ensilagem foi feita com o equipamento Silotress Poelter modelo OP20 serie 00200 (Patrimônio UNESP – Campus de Botucatu).

Os MM foram colhidos com 19% de umidade e foram secos até atingir 13% de umidade. Os grãos foram armazenados em silos graneleiros e moídos em peneira de 3 mm de porosidade.

Tabela 1 – Composição das dietas experimentais durante a fase de adaptação

Ingrediente	Dietas de adaptação [†] , % na MS				
	1-6 dias	7-12 dias	13-15 dias	16-18 dias	19-21 dias
Silagem de cana-de-açúcar	40,00	30,11	27,83	20,10	12,37
Milho*	22,17	40,57	55,20	63,28	71,71
Casca de soja	15,55	10,00	-	-	-
Caroço de algodão	12,00	10,77	8,00	8,00	8,00
Farelo de soja	7,50	5,30	5,22	4,55	3,80
Uréia	0,70	1,00	1,30	1,30	1,30
Núcleo ¹	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
Calcário	1,25	1,43	1,60	1,66	1,73
Fosfato bicálcico	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Cloreto de sódio	0,21	0,20	0,07	0,18	-
Cloreto de potássio	-	-	0,16	0,31	0,47

* milho grão úmido ensilado ou milho grão seco moído fino foram fornecidos aos animais desde o início do período de adaptação; ¹ Núcleo mineral contendo o ionóforo salinomicina na concentração de 13 mg/kg de MS; [†] a partir do décimo terceiro dia, o avanço gradual para as dietas mais energéticas dos tratamentos somente foi realizado para os animais referentes aos tratamentos com menores inclusões de FDNf.

Tabela 2 – Composição das dietas experimentais

	FDNf, % na MS			
	3%	8%	13%	18%
Silagem de cana-de-açúcar	4,64	12,37	20,10	27,83
Milho processado*	79,83	71,71	63,28	55,20
Caroço de algodão	8,00	8,00	8,00	8,00
Farelo de soja	3,20	3,80	4,55	5,22
Calcário	1,79	1,73	1,66	1,60
Uréia	1,30	1,30	1,30	1,30
Núcleo ¹	0,52	0,52	0,52	0,52
Cloreto de sódio	-	-	0,18	0,07
Fosfato bicálcico	0,10	0,10	0,10	0,10
Cloreto de potássio	0,62	0,47	0,31	0,16
NDT, % [†]	85,95	83,21	79,67	77,17
Proteína bruta, %MS	12,94	13,01	13,24	13,01
Extrato etéreo, %MS	4,98	4,51	4,21	3,79
FDN, %MS [†]	17,41	20,40	24,24	29,54
FDA, %MS [‡]	7,44	9,94	12,58	17,97
Lignina, %MS	0,55	0,96	1,59	2,08
Cinzas, %MS	4,09	4,49	5,09	5,02

* milho grão úmido ensilado ou milho grão seco moído fino foram fornecidos aos animais durante todo o período experimental; ¹ Núcleo mineral contendo o ionóforo salinomicina na concentração de 13 mg/kg de MS por animal por dia; [†] NDT = nutrientes digestíveis totais estimado de acordo com WEISS; CONRAD; ST PIERRE (1992); [†] FDN = fibra insolúvel em detergente neutro; [‡] FDA = fibra insolúvel em detergente ácido.

3.3 Abate dos animais e colheita de amostras

Os animais foram abatidos em frigorífico comercial localizado no município de Sertãozinho, São Paulo. O peso vivo médio final dos animais ao abate foi de $498 \pm 34,57$ kg e com média de EGS de 3,46mm.

Vinte quatro horas após o abate, cada meia-carcaça esquerda foi cortada entre a 12^a e a 13^a costelas para a obtenção de três amostras de bifes de 2,5 cm de espessura do músculo *Longissimus dorsi* (contra-filé), identificadas e embaladas à vácuo.

Das amostras de carne obtidas, uma amostra foi congelada em freezer (-20°C) para análise de extrato etéreo (EE) e matéria seca (MS). As outras duas amostras foram mantidas em câmara fria em temperatura entre 0 e 2°C para a maturação de sete dias. Após esse período, uma amostra foi utilizada para as análises de qualidade de carne: maciez pela força de cisalhamento, pH e cor e a outra amostra para a análise sensorial. Da amostra utilizada na análise sensorial, foi retirada aproximadamente 15 gramas, tanto da carne crua quanto da carne após o cozimento, para determinação do perfil de ácidos graxos.

3.4 Análises laboratoriais

3.4.1 Extrato etéreo e umidade

A preparação das amostras de carne para determinação de extrato etéreo e umidade foram feitas no Laboratório de Nutrição e Crescimento Animal do Departamento Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) na Universidade de São Paulo, localizada no município de Piracicaba, São Paulo.

As amostras de bifes foram descongeladas e toda a gordura subcutânea foi retirada. A pré-secagem das amostras foi feita em estufa de circulação forçada a 55°C até apresentarem pesos constantes. Posteriormente as amostras secas foram trituradas em liquidificador do tipo Waring (modelo 33BL79, Waring Products Division, New Hartford, CT) até apresentarem partículas finas. Para a matéria seca pesou-se cerca de 2 gramas em cadinhos de porcelana. Estes foram inseridos em estufa a 105°C até o peso permanecer constante.

As análises de extrato etéreo foram realizadas no Laboratório do Bromatologia do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ). Foram utilizados dois gramas de amostra triturada, sendo colocadas em papel filtro (papel filtro nº1 Whatman) para determinação em extrator tipo Soxhlet (ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS - AOAC, 1990).

3.4.2 Análise de cor, pH e força de cisalhamento

As análises para cor, pH e força de cisalhamento foram realizadas no Laboratório de Avaliação Animal e Qualidade de Carnes da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade São Paulo no município de Pirassununga, São Paulo.

As amostras foram descongeladas e após a abertura da embalagem o pH foi aferido (modelo HI8314 marca Hanna Instruments) e os bifes foram expostos ao ambiente durante 20 minutos para a oxigenação superficial da carne. A cor das amostras foi determinada pelas médias de três mensurações tomadas em três pontos distintos. Para determinar a cor foi utilizado colorímetro portátil, modelo MiniScan XE, marca Hunter Lab, com fonte de luz D65, ângulo de observação de 10° e abertura da célula de medida de 30 mm. A escala utilizada com L* (luminosidade), a* (intensidade da cor vermelha) e b* (intensidade da cor amarela) do sistema CIELab.

As amostras foram assadas em forno pré aquecido a uma temperatura de 170°C. As amostras permaneceram no forno até atingir a temperatura interna de 70°C. A temperatura interna foi medida através de um termômetro de cobre (termopar) com leitor digital que foi inserido em cada amostra na parte central do bife. Posteriormente, os bifes foram retirados do forno e permaneceram em temperatura ambiente para resfriarem. Em seguida os bifes foram embalados em papel filme e armazenados em geladeira por 18 horas. Após esse período retirou-se seis cilindros com diâmetro de 12 mm utilizando vazador elétrico no sentido da fibra muscular, evitando-se nervos e gordura. Os cilindros foram cortados utilizando o aparelho WARNER-BRATZLER para a determinação da força de cisalhamento (FC), conforme AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION - AMSA, 1995).

3.4.3 Análise sensorial

As análises sensoriais foram realizadas no Laboratório de Carnes e Derivados no Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA), da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

As amostras foram separadas de forma que não tivesse repetição por tratamento em cada sessão. Foram realizadas nove sessões composta por seis amostras cada e nas duas últimas sessões foram feitas com sete amostras, totalizando 56 amostras de carne, sendo sete repetições para oito tratamentos.

Após o descongelamento por 24 horas a uma temperatura de 4°C, os bifes de aproximadamente 2,5 cm de espessura foi retirado foram pesados em balança para a obtenção do peso inicial. Em seguida foram cozidos em forno pré aquecido a uma temperatura de 170°C. A temperatura dos bifes foi controlada individualmente através de termômetro de cobre inserido no centro de cada amostra e conectado a um medidor de temperatura automático. Os bifes eram virados ao atingir temperatura interna de 40°C e cozidos até a temperatura final de 71°C. Posteriormente, os bifes foram cortados em cubos de 1,5 cm e colocados em frascos de vidro com tampas de metal. Estes frascos foram mantidos em ambiente a uma temperatura de 40°C de maneira a manter as amostras quentes até a avaliação. A avaliação foi realizada utilizando cabines individuais com luz e temperatura controlada. O teste utilizado na análise sensorial foi discriminativo com painel constituído de oito provadores treinados para avaliarem os atributos de suculência, sabor de carne, sabor estranho e maciez. A avaliação foi feita utilizando uma escala estruturada de oito pontos sendo (8) carne extremamente succulenta, macio e forte e (1) extremamente seco, fraco e duro (Tabela 3; AMSA, 1995).

Tabela 3 - Escala para a avaliação sensorial de carne bovina

Suculência	Sabor de carne/ Sabor estranho	Maciez
8-Extremamente suculento	8-Extremamente forte	8-Extremamente macio
7-Muito suculento	7-Muito forte	7-Muito macio
6-Moderadamente suculento	6-Moderadamente forte	6-Moderadamente macio
5-Levemente suculento	5-Levemente forte	5-Levemente macio
4-Levemente seco	4-Levemente fraco	4-Levemente duro
3-Moderadamente seco	3-Moderadamente fraco	3-Moderadamente duro
2-Muito seco	2-Muito fraco	2-Muito duro
1-Extremamente seco	1-Extremamente fraco	1-Extremamente duro

Fonte: AMSA (1995)

3.4.4 Perfil de ácidos graxos

As análises de perfil de ácidos graxos foram realizadas no Laboratório de Nutrição e Crescimento Animal na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP), localizada em Piracicaba, São Paulo.

Das amostras retiradas da análise sensorial (carne crua e após o cozimento) foram descongeladas e cortadas em pequenos pedaços, livres de tecido conjuntivo e gordura subcutânea, e as gorduras intramusculares foram extraídas (HARA; RADIN, 1978) e metiladas (CHRISTIE, 1982).

Os ácidos graxos foram determinados em cromatógrafo a gás (modelo Focus CG-Finnigan) com detector de ionização de chama. A coluna capilar utilizada foi a CP-Sil 88 (Varian) com 100 m de comprimento por 0,25 µm de diâmetro interno e 0,20 µm de espessura do filme. O gás de arraste utilizado foi o hidrogênio, numa vazão de 1,8 mL/min. A temperatura inicial do forno foi de 70°C, sendo mantida por quatro minutos. Nos oito minutos seguintes, houve elevação gradual da temperatura (13°C/min) até atingir 175°C, permanecendo a esta temperatura por 27 minutos. Em seguida, durante 10 minutos, foi feito o aumento gradual de 4°C por minuto, até a temperatura de 215°C, na qual permaneceu por mais nove minutos. Posteriormente, durante os dois minutos seguintes houve aumento gradual da temperatura de aproximadamente 7°C por minuto até atingir a temperatura de 230°C, na qual permaneceu por cinco minutos. O tempo total desta determinação foi de 65 minutos por amostra. A temperatura do vaporizador foi de 250°C e a do detector foi de

300°C. Uma alíquota de um µL do extrato esterificado foi injetada no cromatógrafo e a identificação dos ácidos graxos foi feita pela comparação dos tempos de retenção e as percentagens dos ácidos graxos foram obtidas através do *software* – *Chromquest 4.1* (Thermo Electron, Italy). A identificação dos ácidos graxos por comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões de ácidos graxos de manteiga e foram quantificados por normalização das áreas dos ésteres metílicos. Os resultados foram expressos em percentual de área (%). Os padrões utilizados foram: BCR-CRM 164, Anhydrous Milk-Fat Producer (BCR Institute for Reference Materials and Measurements) e Supelco TM Component FAME Mix, (cat 18919, Supelco, Bellefonte, PA). Foram então, analisado o perfil de ácidos graxos da carne *in natura* e da carne após cozimento.

3.5 Análise estatística

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados em função do peso vivo em um arranjo fatorial 2x4. Os dados foram analisados utilizando o procedimento MIXED (SAS Inst. Inc., Carry, NC).

O método de processamento do milho e o teor de FDNf foram considerados como efeitos fixos, o animal como unidade experimental, sendo o bloco e o resíduo considerados efeitos aleatórios. Foram incluídos no delineamento estatístico o método de processamento, teor de FDNf e a interação entre os mesmos.

As médias foram determinadas pelo LSMEANS (SAS Inst. Inc., Carry, NC). Testes para os efeitos fixos com valores de probabilidade inferiores ou iguais a 0,05 foram considerados significativos. Para averiguar o efeito da cocção no perfil de ácidos graxos a carne foi considerada como efeito fixo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características de qualidade da carne

Não foi observado efeito de interação entre teor de FDN de forragem (FDNf) e processamento dos grãos (PRC) para as características de qualidade da carne avaliados (Tabela 4). Os valores de umidade da carne entre as dietas foram semelhantes independente do teor de FDNf ($P=0,38$) e do PRC ($P=0,69$), apresentando em média 77,43% de umidade (Tabela 4).

Passini et al.(2002) avaliando grão úmido ensilado de sorgo e milho seco triturado em bovinos mestiços confinados não observaram diferença para umidade da carne, com valores de 74,54% e 74,73% respectivamente. Resultado semelhante foi observado por Fernandes et al. (2009) ao avaliar dois níveis de concentrado 40 e 60% na dieta de tourinhos Nelore e Canchim, com teor médio de 74,13% de umidade da carne. No presente estudo os valores de umidade observados foram maiores quando comparado aos citados acima. Isso pode ser explicado pelos teores de extrato etéreo (EE) que foram menores, sugerindo que os animais poderiam ainda ter depositado mais gordura. Desta forma, quanto menor a quantidade de EE na carne, maior a porcentagem de umidade encontrada (LAWRIE, 2005). Esse comportamento ocorre em função da composição do ganho no animal, sendo que estes animais apresentaram maior proporção de água e menor quantidade de gordura devido a maior deposição muscular. Esta maior deposição de músculo é consistente com os animais não castrados.

Tabela 4 - Médias para características de qualidade da carne de bovinos alimentados com diferentes teores de FDN de forragem (FDNf) e dois métodos de processamento de grãos de milho (PRC)

Variáveis ¹	PCR ²				FDNf ³ (%)						Contrastes		Interação
	GU	MM	EPM ⁴	P ⁵	3	8	13	18	EPM	P	Linear	Quadrática	
Umidade	77,37	77,49	0,38	0,69	77,79	77,04	77,51	77,38	0,44	0,38	0,56	0,31	0,67
EE	1,80	1,48	0,15	0,05	1,52	1,89	1,50	1,65	0,19	0,32	0,99	0,50	0,08
FC	4,74	4,98	0,38	0,56	4,27	5,50	4,25	5,42	0,48	0,06	0,25	0,94	0,20
pH	5,86	5,80	0,07	0,35	5,86	5,75	5,90	5,82	0,07	0,34	0,92	0,85	0,07
L*	19,94	20,38	1,84	0,74	19,63	22,04	20,62	20,34	2,08	0,15	0,27	0,09	0,40
a*	21,18	21,78	0,64	0,52	22,76	21,55	19,94	21,66	0,91	0,19	0,23	0,11	0,71
b*	11,79	12,09	0,73	0,66	11,65	12,09	10,93	12,36	0,88	0,24	0,94	0,85	0,17

¹EE: extrato etéreo, % na MS; FC: força de cisalhamento (kg); L*: luminosidade; a*: teor de vermelho; b*: teor de amarelo ²Processamento do milho grão úmido ensilado (GU) ou milho seco moído (MM); ³Fibra em detergente neutro de forragem com inclusão de 3, 8, 13 e 18% na MS da ração total. ⁴EPM: erro padrão da média. ⁵Valores de probabilidade (P) inferiores ou iguais a 0,05 foram considerados significativos.

No presente estudo, ao avaliar o teor de EE do músculo *Longissimus dorsi* houve diferença ($P=0,05$) entre os métodos de PRC utilizados (Tabela 4). Os valores de EE obtidos no músculo *L. dorsi* dos animais alimentados com a dieta contendo GU foi 21,6% superior ao tratamento MM (1,80 vs. 1,48; Figura 1). Putrino (2006) não encontrou diferença na composição da carne de bovinos castrados Nelore quando alimentados com grão úmido ensilado ou milho moído seco, entretanto os valores de EE foram superiores aos observados neste trabalho (4,81 e 4,89% para seco e ensilado respectivamente). O aumento na deposição de gordura observada por Putrino (2006) pode ter sido influenciada pela condição sexual dos animais avaliados, uma vez que animais castrados têm facilidade na deposição de gordura na carcaça (FREITAS et al., 2008; VAZ et al., 2001).

Figura 1 - Efeito do método de processamento (grão úmido de milho ensilado – GU e milho grão seco moído fino – MM) no teor de extrato etéreo do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos Nelore confinados

Almeida Jr. et al. (2004) ao avaliarem níveis de substituição (0; 50 e 100%) do milho grão seco moído por grãos úmidos de milho ensilados na ração de cordeiros observaram aumento linear no teor de EE no músculo *L. dorsi* com a inclusão de milho grão úmido ensilado nas rações. Ao se avaliar o efeito do PRC do

milho sobre a composição físico-química da carne de vitelos, Almeida Jr. et al. (2008) observaram que o músculo *L. dorsi* dos animais alimentados com grão úmido na dieta apresentou maior teor de EE em relação aqueles com milho seco moído na dieta (1,76% vs. 0,34%).

O aumento de EE na carne dos animais alimentados com grão úmido ensilado pode ser devido à disponibilidade do amido e da proteína provocada pelo processamento desse grão no rúmen melhorando a utilização dos nutrientes pelos microrganismos ruminais e no trato digestivo total (HUNTINGTON, 1997; NOCEK; TAMINGA, 1991). Na ensilagem do grão de milho úmido, a melhora na digestibilidade é ocasionada pela solubilização parcial da matriz, visto que estas matrizes ainda não estariam completamente formadas e solidificadas, aumentando a suscetibilidade do amido à hidrólise enzimática causada pelos microrganismos ruminais (HALE, 1973 apud ANTUNES; RODRIGUES, 2006). Assim, propicia maior aporte energético para o desenvolvimento dos microrganismos e maior produção de ácidos graxos voláteis (NOCEK; TAMMINGA, 1991; ROONEY; PFLUGFELDER, 1986). Dietas com alta proporção de amido normalmente apresentam reduções da concentração molar de acetato e maiores produções de propionato, que as dietas ricas em volumoso (ANTUNES; RODRIGUES, 2006). O propionato após ser absorvido é o principal substrato gliconeogênico do ruminante que no fígado é convertido em glicose. Com grande suprimento de glicose, outros substratos como acetato, butirato, lactato, aminoácidos e glicerol que poderiam ser utilizados como fonte de energia são poupados e, então são distribuídos para outros tecidos e armazenados, favorecendo a deposição de tecido adiposo (HUNTINGTON, 1997).

O PRC ($P=0,56$) e os diferentes teores de FDNf ($P=0,06$) na dieta não alteraram a maciez da carne avaliado pela força de cisalhamento (FC) (Tabela 4). Vaz et al. (2005) também não observaram diferença na FC de novilhos jovens alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta (25, 35 e 45% na MS), encontrando valores de 7,18; 6,98 e 6,34 kg respectivamente. Silveira et al. (2009) avaliando diferentes proporções de concentrados (35, 50 ou 65% na MS) em dietas de novilhos Charolês e Nelore não encontraram diferença na maciez da carne. No entanto essa característica foi influenciada pelo grupo genético estudado, onde os novilhos Charolês apresentaram carne 20% mais macia que os novilhos Nelore. Segundo Restle et al. (2001) a diferença de maciez entre os grupos genéticos já está bem estabelecida e pode ser atribuída a atividade da enzima calpastatina, que

tem a função de inibir a ação da calpaína que é mais intensa nos músculos de animais *Bos indicus* (KOOHMARAIE et al., 2002; WHIPPLE et al., 1990). No presente estudo, mesmo utilizando bovinos Nelore, as médias de FC (4,9 kg) são menores que os valores citados acima, sendo considerada como carne macia (LAWRIE, 2005). Entretanto, deve-se ressaltar que essas carnes avaliadas foram maturadas por sete dias.

Não houve efeito dos tratamentos PRC ($P=0,35$) e dos teores de FDNf ($P=0,34$) sobre o pH da carne (Tabela 4). O valor médio de pH foi de $5,83 \pm 0,08$, permanecendo dentro dos padrões normais para a carne bovina (ALVES; MANCIO, 2007). Carnes com pH acima de 6,0 podem apresentar característica escura, firme e seca (DFD) proveniente do inglês *dark, firm and dry*. Essa anomalia está associada às condições de estresse, principalmente no período pré-abate. Animais estressados apresentam maior consumo de glicogênio exaurindo parcialmente suas reservas energéticas antes do abate, assim a produção de ácido lático pela degradação do glicogênio não é suficiente para reduzir o pH, e o *rigor mortis* é rapidamente estabelecimento (FELICIO, 1997). Apesar de animais não castrados serem mais susceptíveis a apresentarem carne DFD devido ao comportamento mais agressivo, neste estudo não foi observada nenhuma carne DFD.

Quanto à coloração da carne (L^* , a^* e b^*), não houve diferenças entre os tratamentos (Tabela 4).

A cor da carne é a principal característica observada pelos consumidores e a coloração escura é rejeitada, pois é associado pelos consumidores como carne de má qualidade. De modo geral as médias de cor da carne (L^* , a^* e b^*) encontrados nesse estudo também podem ser devido à condição sexual dos animais. Segundo Rodrigues e Andrade (2004) as carnes de animais não castrados têm valores menores de luminosidade (carne mais escura) em relação aos castrados devido ao menor teor de gordura intramuscular presente nesses animais.

4.2 Análise sensorial

Não houve interação entre PRC e teor de FDNf para nenhuma das características sensoriais avaliadas (Tabela 5). Menezes et al. (2010) trabalhando com novilhos Devon terminados em diferentes sistemas (confinamento ou pastagem) verificaram que animais terminados em pastagem apresentaram carne menos

palatável em relação aos terminados em confinamento. O mesmo foi observado por Shepherd et al. (2012) onde as carnes de animais terminados com forragens apresentaram menor intensidade de *flavor* (sabor) e maior de *off flavor* (sabor estranho) quando comparado com carnes de animais terminados com dietas de alto concentrado. Isso demonstra que o sistema utilizado na terminação dos animais tem influência sobre o sabor da carne produzida (CANESIN, et al. 2006; FERNANDES et al., 2008). Porém, como no presente trabalho todos os animais foram terminados em confinamento e provavelmente, em função dos baixos teores de FDNf testados, não foi observada nenhuma alteração para maciez, suculência e sabor (Tabela 5). Costa et al. (2011) também não encontraram modificações nos atributos sensoriais ao avaliarem a carne de cordeiros terminados em confinamento com duas relações volumoso:concentrado (20:80 e 50:50).

A maciez da carne é o atributo de interesse por parte dos consumidores. Os provadores consideram as carnes deste trabalho como levemente macia, com valor médio de 5,56. Shibuya (2004) trabalhando com animais Nelore castrados alimentados com dietas contendo milho grão úmido ensilado ou milho grão seco encontrou valores para a maciez de 3,79 e 4,44, respectivamente e não foram consideradas macias. Restle et al. (1999) ao avaliarem carne de novilhos Hereford (H), 5/8 H 3/8 Nelore (N), 1/2 H 1/2 N e 1/4 H 3/4 N em confinamento observaram um decréscimo linear na maciez da carne a medida que houve um aumento da participação de sangue Nelore (5,8; 5,1; 5,0 e 4,5, respectivamente). Ao avaliar a carne de novilhos com predominância da raça Angus numa dieta contendo milho laminado a seco, Andrae et al. (2001) encontraram valor de 5,04 para maciez, valor próximo ao encontrado neste trabalho. Alguns autores relatam que a diferença na maciez da carne entre as raças bovinas deve-se ao fato de existir maior concentração das enzimas calpastatinas, que inibem as calpaínas, que por sua vez atuam na degradação das proteínas musculares (BRESSAN et al., 2011; GESUALDI et al., 2000; HEINEMANN et al., 2003). No entanto, a carne levemente macia encontrado no presente trabalho, provavelmente é devido ao fato das carnes terem passado pelo processo de maturadas por sete dias.

A suculência é definida como a sensação de umidade observada inicialmente nos movimentos de mastigação devido à liberação de líquidos pelo teor de gordura presente na carne que estimula o fluxo salivar (OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009).

Tabela 5 - Médias dos tratamentos para as características sensoriais de bovinos alimentados com diferentes teores de FDN de forragem (FDNf) e dois métodos de processamento (PRC)

Variáveis	PCR				FDNf (%)						Contrastes		Interação
	GU	MM	EPM	<i>P</i>	3	8	13	18	EPM	<i>P</i>	Linear	Quadrática	
Maciez	5,70	5,41	0,39	0,40	5,83	5,10	6,03	5,27	0,46	0,19	0,63	0,95	0,41
Suculência	5,53	5,35	0,25	0,38	5,70	5,50	5,39	5,16	0,28	0,38	0,06	0,95	0,81
Sabor carne	4,65	4,47	0,14	0,29	4,66	4,74	4,40	4,42	0,18	0,40	0,18	0,84	0,85
Sabor estranho	3,55	3,42	0,26	0,38	3,63	3,38	3,33	3,59	0,29	0,45	0,82	0,11	0,64

¹Processamento do milho grão úmido (GU) ou milho seco moído (MM); ²Fibra em detergente neutro de forragem com inclusão de 3, 8, 13 e 18% na MS da ração total. ³EPM: erro padrão da média. ⁴Valores de probabilidade (*P*) inferiores ou iguais a 0,05 foram considerados significativos.

Apesar da dieta com GU ter promovido aumento na deposição de EE no músculo *L. dorsi*, conforme mencionado anteriormente, não houve diferença para a suculência entre os tratamentos. A carne foi classificada pelos provadores como levemente suculenta, com valor médio de 5,44.

O sabor de carne é derivado de açúcares redutores solúveis em água e aminoácidos e o sabor estranho é resultante da auto-oxidação de lipídeos e da oxidação térmica dos ácidos graxos polinsaturados (CALKINS; HODGEN, 2007; STELZLENI; JOHNSON, 2010). As amostras de carne apresentaram levemente sabor característico de carne (4,56) e um fraco sabor estranho (3,49). Shibuya (2004) não detectou diferença no sabor da carne decorrente de diferentes fontes de energia na dieta de bovinos, sendo a média de 4,43. Ferrão et al. (2009) ao avaliarem efeito de diferentes relações concentrado:volumoso (100:0; 75:25; 50:50) em cordeiros puderam observar que o elevado teor de concentrado na dieta não foi capaz de promover diferença no sabor. O sabor pode ser modificado pela composição dos ácidos graxos da carne que por sua vez são alterados pela dieta que os animais recebem (WOOD et al., 2003). No entanto, a composição da dieta utilizada neste trabalho não foi o suficiente para causar tais alterações.

4.3 Perfil de ácidos graxos da carne *in natura*

Houve interação entre PRC e os teor de FDNf ($P < 0,05$) para os ácidos graxos pentadecanóico (C15:0), margárico (C17:0), cis-10 heptadecanóico (C17:1), total *trans* 18, e para a relação entre *trans:cis* (Tabela 6). Os valores de desdobramentos desses ácidos graxos estão apresentados na Tabela 7.

O teor do ácido graxo C15:0 foi superior nas dietas contendo GU com 3% e 8% de FDNf, ou seja, nas dietas mais energéticas. Entretanto, ao se avaliar as dietas com MM, não houve diferença entre os tratamentos de FDNf para C15:0 (Tabela 6). A porcentagem de C17:0 e C17:1 foi maior para as dietas com inclusão de GU e baixo teor de FDNf nas rações. Esses ácidos graxos são considerados de cadeia ímpar e aparecem na composição lipídica da carne de ruminantes devido à incorporação do propionato ao invés de acetato na *síntese de novo* dos ácidos graxos (DUCKETT, 2012). No entanto, esses ácidos graxos têm uma participação muito pequena na composição total, sendo que os principais (oléico, palmítico,

esteárico, linoléico, palmitoleico e mirístico) podem representar até 92% da composição total (DUCKETT, 2012). Foi observado teor de 3,05% de *trans* 18 no tratamento contendo 3% de FDNf e valores menores foram encontrados nos demais teores de FDNf com inclusão de GU. O teor de FDNf não promoveu diferença no *trans* 18 da carne de animais tratados com a dieta contendo MM (Tabela 6).

Ácidos graxos *trans* são isômeros geométricos e de posição dos insaturados e podem estar presentes na carne e no leite de ruminantes devido aos processos da biohidrogenação ruminal ou ser encontrados em produtos industrializados. Esses ácidos graxos são considerados prejudiciais à saúde humana por estarem relacionados ao aumento de doenças coronárias com efeito hipercolesterolêmico (CHIARA et al., 2002; WHETSELL et al., 2003). No entanto, o ácido graxo *trans* vaccênico (C18:1 *trans*-11) que naturalmente ocorre na carne bovina pode não estar associado com o aumento de doenças cardiovasculares por ser precursor endógeno do CLA (SCOLLAN et al., 2006), que apresenta efeitos anticarcinogênico e sobre o sistema imunitário (BESSA et al., 2000). No presente estudo não foi medida a porcentagem deste ácido graxo. Os *trans* são encontrados naturalmente em quantidades muito pequenas nas carnes, sendo o somatório dos C18:1 *trans* foram inferiores a 4%. Valores próximos de *trans* 18 foram observados por Silva (2005), ao avaliar o perfil de ácidos graxos de animais alimentados com dietas com milho seco (2,71%) ou úmido (3,39%).

A porcentagem superior de C18:1 *trans* observada na dieta com GU 3% de FDNf pode ter sido pela disponibilidade ruminal do amido provocando maior fermentação, excesso de produção de ácidos graxos e, conseqüentemente, queda do pH ruminal. Assim a taxa da lipólise e o grau da biohidrogenação dos ácidos graxos polinsaturados foi parcialmente reduzida, de modo que intermediários como os *trans* monoinsaturados podem ser produzidos e absorvidos pelos tecidos (BEORLEGUI, 2004). Na relação *trans:cis* a dieta com GU e 3% de FDNf também apresentou valor superior aos demais tratamentos, em função da maior porcentagem de *trans*. No entanto, observa-se que a relação dos isômeros *trans* e *cis* são menores que 1%. Os ácidos graxos na forma *cis* presente na carne são desejáveis por ter ação hipocolesterolêmica.

Tabela 6 - Médias para as características de perfil de ácidos graxos da carne crua de bovinos alimentados com diferentes teores de FDN de forragem (FDNf) e dois métodos de processamento de grãos de milho (PRC)

Ácidos Graxos	PCR ¹				FDNf ² (%)						Contrastes		Interação
	GU	MM	EPM ³	P ⁴	3	8	13	18	EPM	P	Linear	Quadrática	
C14:0	3,23	2,86	0,18	0,17	3,52	3,40	2,72	3,26	0,36	0,30	0,88	0,10	0,60
C15:0	0,52	0,41	0,02	<0,01	0,53	0,47	0,45	0,42	0,03	0,09	0,01	0,63	0,03
C16:0	24,63	23,82	0,60	0,35	24,93	24,74	22,05	25,19	0,84	0,04	0,62	0,06	0,50
C17:0	1,07	0,70	0,04	<0,01	1,45	1,23	0,95	0,67	0,06	<0,01	<0,01	0,78	<0,01
C18:0	15,45	15,29	0,40	0,78	15,01	15,31	15,88	15,28	0,55	0,73	0,58	0,42	0,32
C17:1	0,64	0,45	0,02	<0,01	0,65	0,62	0,48	0,42	0,03	<0,01	<0,01	0,64	0,03
C18:2	5,27	7,24	0,68	0,04	7,44	4,76	7,74	5,06	0,96	0,06	0,33	1,00	0,48
C20:4	1,59	2,04	0,23	0,18	1,92	1,25	2,48	1,59	0,33	0,07	0,88	0,74	0,51
C20:5	0,40	0,50	0,06	0,21	0,49	0,31	0,57	0,41	0,08	0,12	0,91	0,85	0,91
C22:6	0,11	0,12	0,01	0,56	0,12	0,08	0,14	0,10	0,01	0,14	0,83	0,96	0,90
AGS ⁵	48,31	44,63	1,82	0,15	46,18	49,81	43,50	46,41	2,50	0,38	0,63	0,89	0,29
AGM ⁶	43,64	41,99	0,76	0,13	40,96	45,22	41,82	43,25	1,07	0,04	0,47	0,19	0,32
AGP ⁷	9,28	11,13	1,15	0,08	12,14	8,00	13,49	9,19	1,63	0,07	0,64	0,96	0,59
AGPI:AGS ⁸	0,21	0,29	0,03	0,09	0,29	0,17	0,34	0,20	0,05	0,09	0,64	0,82	0,55
Total <i>trans</i> 18 ⁹	2,12	0,93	0,17	<0,01	2,04	1,48	1,29	1,28	0,21	<0,01	<0,01	0,11	0,02
Total <i>cis</i> 18 ¹⁰	36,89	36,67	0,71	0,84	34,43	38,94	36,29	37,44	1,00	0,02	0,16	0,10	0,16
<i>Trans:cis</i> ¹¹	0,06	0,02	0,01	<0,01	0,06	0,04	0,03	0,03	0,01	0,02	<0,01	0,09	0,04
Total ω6 ¹²	5,93	7,97	0,72	0,05	8,13	5,32	8,60	5,75	1,03	0,06	0,40	0,98	0,48
Total ω3 ¹³	1,70	2,07	0,22	0,20	2,03	1,35	2,35	1,79	0,30	0,10	0,83	0,82	0,88
ω6:ω3 ¹⁴	3,69	3,97	0,15	0,21	4,24	4,02	3,75	3,31	0,21	0,02	<0,01	0,59	0,27
CLA ¹⁵	0,22	0,16	0,02	<0,01	0,17	0,20	0,19	0,21	0,02	0,32	0,10	0,64	0,65

¹Processamento do milho grão úmido (GU) ou milho seco moído (MM); ²Fibra em detergente neutro de forragem com inclusão de 3, 8, 13 e 18% na MS da ração total. ³EPM: erro padrão da média. ⁴Valores de probabilidade (*P*) inferiores ou iguais a 0,05 foram considerados significativos; ⁵Total ácidos graxos saturado; ⁶Total ácidos graxos monoinsaturado; ⁷Total ácidos graxos polinsaturados; ⁸Relação insaturado:saturado; ⁹Somatório C18:1 *trans*-6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 16; ¹⁰Somatório C18:1 *cis*-9, C18:1 *cis*-11, C18:1 *cis*-12, C18:1 *cis*-13 e C18:1 *cis*-15; ¹¹Relação *trans*18:*cis*18; ¹²Somatório C18:2 *cis*-9, *cis*-12, C18:3 n6, C18:2 *cis*-9, *trans*-11, C18:2 *cis*-12, *trans*-10, C20:2, C20:3n6, C22:2. ¹³Somatório C18:3 n3, C20:3n3, C20:5, C22:5, C22:6. ¹⁴Relação ômega 6 e ômega 3. ¹⁵Somatório C18:2 *cis*-9, *trans*-11 e C18:2 *cis*-12, *trans*-10

Tabela - 7 Comparação de médias da interação diferentes teores de FDN de forragem (FDNf) e dois métodos de processamento para características de perfil de ácidos graxos da carne crua de bovinos

Ácidos graxos	Tratamento ¹								EPM ²	Valor de <i>P</i> ³
	GU3	GU8	GU13	GU18	MM3	MM8	MM13	MM18		
C15:0	0,65 ^a	0,54 ^{ab}	0,47 ^{bc}	0,42 ^c	0,41 ^c	0,39 ^c	0,44 ^{bc}	0,42 ^c	0,04	0,03
C17:0	1,45 ^a	1,23 ^a	0,95 ^b	0,67 ^{cd}	0,72 ^{bcd}	0,82 ^{bc}	0,57 ^d	0,67 ^{cd}	0,01	<0,01
C17:1	0,84 ^a	0,72 ^a	0,56 ^b	0,44 ^{bc}	0,46 ^{bc}	0,53 ^{bc}	0,41 ^c	0,40 ^c	0,05	0,03
Total <i>trans</i> ⁴	3,05 ^a	2,12 ^b	1,79 ^b	1,51 ^{bc}	1,04 ^{cd}	0,85 ^{cd}	0,78 ^d	1,05 ^{cd}	0,27	0,02
<i>Trans:cis</i> ⁵	0,10 ^a	0,06 ^b	0,05 ^{bc}	0,04 ^{bc}	0,03 ^c	0,02 ^c	0,02 ^c	0,03 ^c	0,01	0,04

¹Dietas contendo grão úmido ensilado (GU) ou milho seco moído (MM) com inclusão de diferentes porcentagens (3, 8, 13 e 18%) de FDNf; ²EPM: erro padrão da média. ³Valores de probabilidade (*P*) inferiores ou iguais a 0,05 foram considerados significativos; ⁴Somatório C18:1 *trans*-6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 16; ⁵Relação *trans*18:*cis*18.

Quando estão em maior quantidade, diminui a relação *trans:cis*, podendo também diluir o efeito maléfico do *trans*, já que não há consenso na comunidade científica quanto ao seu efeito (KOHLMEIER et al., 1997).

Houve efeito da inclusão de FDNf na dieta sobre o ácido graxo palmítico (C16:0), total de ácidos graxos monoinsaturado (AGM), total *cis* 18 e a relação ômega 6 e ômega 3 ($\omega 6:\omega 3$) (Tabela 6).

O ácido graxo C16:0 apresentou a menor concentração aos 13% de FDNf quando comparado com os demais teores. French et al. (2000) também encontraram diferença na concentração de C16:0 trabalhando com diferentes inclusões de pastagens na dieta e puderam observar o menor valor desse ácido graxo na carne de animais alimentados com maior proporção de forragens. Resultado semelhante foi observado por Realini et al. (2004) que encontraram maior porcentagem de C16:0 (24,26%) no *L. dorsi* de animais terminados em dietas concentradas quando comparado aos animais terminados em pastagens (21,61%). Já, Fernandes et al. (2009) não observaram efeito do nível de concentrado para esse ácido graxo na carne de tourinhos Nelore e Canchim alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado (40 vs. 60). Almeida (2010) testando duas proporções (30 vs. 70%) de volumoso na dieta de cordeiros não castrados também não observou influência da alimentação no teor de C16:0.

O teor de ácidos graxos monoinsaturados foi maior para os animais que receberam a dieta contendo 8% de FDNf (45,23%). Entretanto, não houve diferença dos animais tratados com 18% de FDNf. O teor de monoinsaturados mais baixo foi obtido nos animais que receberam 3% de FDNf (40,96%). A dieta com 8% de FDNf apresentou grande proporção de monoinsaturado devido a presença do somatório *cis* 18 (38,95%). Os ácidos graxos monoinsaturados são constituídos por mais de 85% em média do ácido graxo C18:1 *cis*, que são desejáveis principalmente pela presença em grande quantidade (75% em média) do C18:1 *cis*-9 (oléico) que tem ação hipocolesterolêmica reduzindo o risco de doenças cardíacas (SCOLLAN et al., 2006). Medeiros (2002) encontrou valores superiores (47,8%) ao observado no presente estudo e conclui que animais que recebem dietas com menor quantidade de volumoso apresentaram maior teor de ácidos graxos monoinsaturados. Isso também foi verificado por French et al. (2003); Madruga et al. (2008) ao avaliarem diferentes níveis de volumoso na dieta, não concordando com os resultados obtidos no presente trabalho.

A relação $\omega 6:\omega 3$ apresentou decréscimo linear com o aumento no teor de FDNf. Desta maneira, o teor de 3% de FDNf na ração promoveu maior relação de $\omega 6:\omega 3$ (4,24) na carne de bovinos Nelore e a menor relação foi encontrada para rações contendo 18% de FDNf (3,31). Também, Realini et al. (2004) observaram que carne de novilhos Hereford terminados a pasto apresentou menor relação $\omega 6:\omega 3$, quando comparado com a carne de animais terminados em dietas baseada em concentrado (1,4 vs. 3,0) respectivamente. French et al. (2000) observaram que a relação $\omega 6:\omega 3$ na carne de animais que receberam apenas forragens na dieta apresentou, aproximadamente, a metade do valor (2,33) dos animais que foram alimentados com maior proporção de concentrado na dieta (4,15). No entanto, isso já era esperado uma vez que essas diferenças são consequência da composição de ácidos graxos polinsaturados presente na dieta. O α -linolênico (C18:3) é principal ácido graxo encontrado em forragens, sendo precursor do $\omega 3$. Dietas que contêm grãos possuem maiores teores de linoléico (C18:2), precursor do $\omega 6$ (SIMOPOULOS, 2002; WOOD et al., 2003).

Esses ácidos graxos são diferentes quanto à sua ação no organismo humano. Enquanto que $\omega 3$ é eficaz contra a oxidação do colesterol ruim (LDL) prevenindo doenças cardiovasculares como o ataques cardíacos, o $\omega 6$ atua na estimulação do sistema imunológico do organismo e age como um antiinflamatório (SIMOPOULOS, 2002). No entanto, é importante manter o balanço adequado entre esses dois ácidos graxos para funcionarem em conjunto e promover a saúde e o equilíbrio, isso porque o excesso de um pode interferir no metabolismo do outro e alterar seus efeitos biológicos (DALEY et al., 2010; WHETSELL et al., 2003). Em uma dieta saudável a recomendação para essa relação é que seja menor do que quatro (MARTIN et al., 2006 ; WOOD et al., 2003).

Houve efeito do método de processamento (GU e MM) sobre os ácidos graxos polinsaturados C18:2 (linoléico - *cis*-9, *cis*-12) e ácido linoléico conjugado - CLA ($P<0,05$; Tabela 6). Observa-se que os animais que consumiram dietas com MM apresentaram 37% mais C18:2 em relação a dietas com GU. Porém, ao se avaliar a concentração de CLA, dietas contendo GU proporcionaram maiores teores em relação a dieta com MM (0,22 vs. 0,16). Silva (2005) observou maiores concentrações de C18:2 (linoléico) e de CLA em animais tratados com grão úmido ensilado, sendo 34% e 22% superior ao milho seco moído. Putrino, (2006) também encontrou maior quantidade de CLA na carne de novilhos alimentados com dieta

contendo milho grão úmido ensilado que na dieta com grão de milho seco (0,55 vs. 0,46).

A formação do CLA ocorre no rúmen através da biohidrogenação incompleta de ácidos graxos polinsaturados pela presença de microrganismos ruminais como a *Butyrivibrio fibrisolvens* (DUCKETT, 2012). Na biohidrogenação do ácido linoléico ocorrem isomerização e reduções até a formação do ácido esteárico (C18:0). No entanto, dietas com alto inclusão de GU, que possui alta degradação do amido no rúmen, pode causar a diminuição do pH reduzindo a lipólise e a biohidrogenação. Com isso a hidrogenação do linoléico não é concluída, assim pode haver aumento na concentração de ácidos graxos intermediários como o CLA que são absorvidos e transportados até o tecido adiposo (BEORLEGUI, 2004; MEDEIROS, 2002).

A concentração de CLA encontrada na carne de animais alimentados com GU está dentro da faixa recomendada para carne bovina que é de 0,2 a 1,0% do total de ácidos graxos (RAES et al., 2004). O CLA apresenta grandes efeitos benéficos à saúde humana, pois possuem propriedades anticarcinogênicas e antiaterogênicas, que previne a formação de placas de gordura nas artérias (MCDONALD, 2000).

As carnes de ruminantes em geral são mais saturadas do que a carne de monogástricos. Isso é explicado pela hidrólise e hidrogenação da gordura no rúmen (BEORLEGUI, 2004). Os principais ácidos graxos saturados encontrados em maior concentração em média são: o C14:0 (mirístico), o C16:0 e o C18:0. O ácido graxo de maior prevalência foi o C16:0 (24,23%) que possui efeito hipercolesterolêmico (WHETSELL et al., 2003). Na sequência foi o C18:0 (15,37%) que é considerado neutro por não ter efeito prejudicial, pois não influencia nos níveis de colesterol no sangue (SCOLLAN et al., 2006). Já o C14:0 é relatado por French et al. (2003) como sendo o mais indesejável pelo aumento do colesterol ruim (LDL), representando apenas 3,05% do total dos ácidos graxos presente na carne do presente estudo.

O teor de FDNf e os métodos de PRC utilizados não apresentaram efeitos tanto para o percentual total de ácidos graxos saturados (AGS) quanto para os ácidos graxos polinsaturados (AGPI) na carne. A quantidade dos AGS (45,44%), AGM (42,81%) e AGPI (10,71%) mostram que a carne é rica em saturados e monoinsaturados e com menores quantidades de polinsaturados. Esses resultados também foram verificados por Andrade (2007) e Metz et al. (2009). Entretanto, a relação AGPI:AGS neste trabalho ficou abaixo (0,25) do valor ideal (0,4) citado por Wood et al. (2003). Essa relação é geralmente baixa em função do processo de

biohidrogenação com conseqüente formação de ácidos graxos saturados e monoinsaturados.

4.4 Perfil ácidos graxos da carne após cocção

Houve interação entre PRC e teor de FDNf ($P < 0,05$) para os ácidos graxos C15:0 (pentadecanóico), total *trans* 18 e para a relação *trans:cis* (Tabela 8). Os valores de desdobramentos desses ácidos graxos estão apresentados na Tabela 9. Esse resultado foi semelhante ao da carne crua apresentado na Tabela 6. Os demais ácidos graxos que apresentaram efeito tanto para o PRC quanto para os níveis de FDNf ou ambos, estão na Tabela 8.

Os ácidos graxos C17:0 e C17:1 apresentaram maior concentração na dieta contendo GU (1,08 e 0,66%) e observa-se que a porcentagem desses ácidos graxos diminui com a maior inclusão de FDNf na dieta (Tabela 8).

Houve efeito da inclusão de FDNf na dieta sobre o ácido C18:2) (linoléico), diferente da carne *in natura*, sendo encontrado 7,60% na carne dos animais alimentados com 3% de FDNf. Madruga et al. (2008) encontraram na carne de caprinos Saanen percentuais de 5,24 e 5,53% de ácido linoléico quando alimentados com 80 e 65% de concentrado na dieta e 3,81% em dietas contendo 50% de concentrado. Isso porque dietas alto concentradas possuem maior teor de linoléico, devido a presença do grão que em dietas com maior porcentagem de forragens.

Os níveis de FDNf na dieta influenciaram os ácidos graxos polinsaturados como os C20:4, C20:5 e C22:6. Esses ácidos graxos são formados a partir da biohidrogenação dos ácidos da família $\omega 3$ e $\omega 6$ sendo então conhecidos como polinsaturados de cadeia longa, que segundo French et al. (2000) participam de vários processos metabólicos benéficos à saúde humana.

Tabela 8 - Médias do quadrado mínimo para as características de perfil de ácidos graxos da carne assada de bovinos alimentados com diferentes teores de FDN de forragem (FDNf) e dois métodos de processamento

Ácidos Graxos	PCR ¹				FDNf ² (%)						Contrastes		Interação
	GU	MM	EPM ³	P ⁴	3	8	13	18	EPM	P	Linear	Quadrática	
C14:0	3,13	3,07	0,16	0,75	2,69	3,16	3,29	3,25	0,23	0,75	0,07	0,26	0,48
C15:0	0,46	0,37	0,03	<0,01	0,47	0,46	0,37	0,38	0,03	0,03	<0,01	0,74	0,02
C16:0	23,98	24,74	0,50	0,28	23,12	25,59	24,41	24,31	0,70	0,12	0,46	0,08	0,37
C17:0	1,09	0,77	0,05	<0,01	1,01	1,08	0,86	0,76	0,07	0,01	<0,01	0,20	0,27
C18:0	16,30	16,49	0,48	0,79	15,58	16,61	16,28	17,10	0,68	0,45	0,17	0,89	0,18
C17:1	0,66	0,44	0,02	<0,01	0,64	0,61	0,52	0,44	0,03	<0,01	<0,01	0,48	0,08
C18:2	5,07	5,30	0,54	0,76	7,60	4,18	4,24	4,71	0,75	<0,01	0,01	0,01	0,92
C20:4	1,45	1,34	0,19	0,71	2,02	0,99	1,18	1,40	0,28	0,05	0,17	0,02	0,74
C20:5	0,38	0,33	0,06	0,51	0,53	0,25	0,27	0,38	0,08	0,04	0,21	0,01	0,61
C22:6	0,10	0,08	0,01	0,33	0,12	0,06	0,07	0,10	0,01	0,04	0,32	0,01	0,71
AGS ⁵	46,20	46,75	1,78	0,62	44,34	47,96	46,53	47,07	1,10	0,12	0,18	0,17	0,46
AGM ⁶	43,94	43,41	0,71	0,60	42,09	44,05	45,07	43,48	1,00	0,19	0,25	0,08	0,79
AGP ⁷	8,85	8,78	0,92	0,96	12,48	6,94	7,33	8,51	1,25	0,02	0,05	0,01	0,88
AGPI:AGS ⁸	0,20	0,19	0,03	0,79	0,30	0,14	0,16	0,18	0,04	0,03	0,07	0,03	0,80
Total <i>trans</i> 18 ⁹	2,09	1,10	0,19	<0,01	1,85	1,75	1,55	1,23	0,22	<0,06	<0,01	0,49	0,01
Total <i>cis</i> 18 ¹⁰	37,27	37,97	0,64	0,44	35,90	37,83	38,95	37,81	0,91	0,11	0,09	0,09	0,37
<i>Trans:cis</i> ¹¹	0,06	0,03	0,01	<0,01	0,05	0,05	0,05	0,03	0,01	0,05	<0,01	0,70	0,02
Total ω6 ¹²	5,72	5,91	0,56	0,81	8,31	4,75	4,85	5,35	0,83	<0,01	0,02	0,02	0,91
Total ω3 ¹³	1,63	1,47	0,17	0,53	2,10	1,15	1,25	1,69	0,25	0,03	0,31	<0,01	0,77
ω6:ω3 ¹⁴	3,78	4,22	0,23	0,03	4,26	4,34	3,96	3,44	0,26	0,01	<0,01	0,13	0,41
CLA ¹⁵	0,24	0,17	0,02	<0,01	0,17	0,20	0,25	0,21	0,02	0,02	0,05	0,04	0,65

¹Processamento do milho grão úmido (GU) ou milho seco moído (MM); ²Fibra em detergente neutro de forragem com inclusão de 3, 8, 13 e 18% na MS da ração total. ³EPM: erro padrão da média. ⁴Valores de probabilidade (*P*) inferiores ou iguais a 0,05 foram considerados significativos; ⁵Total ácidos graxos saturado; ⁶Total ácidos graxos monoinsaturado; ⁷Total ácidos graxos polinsaturados; ⁸Relação insaturado:saturado; ⁹Somatório C18:1 *trans*-6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 16; ¹⁰Somatório C18:1 *cis*-9, C18:1 *cis*-11, C18:1 *cis*-12, C18:1 *cis*-13 e C18:1 *cis*-15; ¹¹Relação *trans*18:*cis*18; ¹²Somatório C18:2 *cis*-9, *cis*-12, C18:3 n6, C18:2 *cis*-9, *trans*-11, C18:2 *cis*-12, *trans*-10, C20:2, C20:3n6, C22:2. ¹³Somatório C18:3 n3, C20:3n3, C20:5, C22:5, C22:6. ¹⁴Relação ômega 6 e ômega 3. ¹⁵Somatório C18:2 *cis*-9, *trans*-11 e C18:2 *cis*-12, *trans*-10

Tabela 9 – Comparação da média da interação de diferentes teores de FDN de forragem (FDNf) e dois métodos de processamento para características de perfil de ácidos graxos da carne assada de bovinos

Ácidos graxos	Tratamento ¹								EPM ²	Valor de <i>P</i> ³
	GU3	GU8	GU13	GU18	MM3	MM8	MM13	MM18		
C15:0	0,55 ^a	0,56 ^a	0,37 ^b	0,38 ^b	0,39 ^b	0,35 ^b	0,37 ^b	0,38 ^b	0,05	0,02
Total <i>trans</i> ⁴	2,66 ^a	2,47 ^{ab}	1,88 ^{bc}	1,36 ^{cd}	1,04 ^d	1,03 ^d	1,23 ^d	1,11 ^d	0,27	0,01
<i>Trans:cis</i> ⁵	0,08 ^a	0,07 ^{ab}	0,05 ^b	0,04 ^b	0,03 ^b	0,03 ^b	0,03 ^b	0,03 ^b	0,01	0,02

¹Dietas contendo grão úmido ensilado (GU) ou milho seco moído (MM) com inclusão de diferentes porcentagens (3, 8, 13 e 18%) de FDNf; ²EPM: erro padrão da média. ³Valores de probabilidade (*P*) inferiores ou iguais a 0,05 foram considerados significativos; ⁴Somatório C18:1 *trans*-6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 16; ⁵Relação *trans*18:*cis*18.

O total de $\omega 6$ e $\omega 3$, total de polinsaturados e a relação AGPI:AGS foram maiores nas dietas com 3% de FDNf, o mesmo não foi observado na carne crua que não apresentou nenhuma alteração para esses ácidos graxos. A maior relação $\omega 6:\omega 3$ foi na carne de animais que receberam dietas com MM quando comparado com as dietas com GU (4,22 vs. 3,78). Também apresentou decréscimo linear com o aumento do nível de FDNf. Da mesma maneira ocorreu com carne *in natura* onde o teor de 18% promoveu menor relação na carne e já era esperada uma vez que dietas contendo cereais é encontrado o ácido linoléico da família $\omega 6$, enquanto os ácidos graxos da família $\omega 3$ estão presente em maior quantidade em dietas baseadas em forragens que são ricas em ácido linolênico.

A maior concentração de CLA pode ser observada na dieta com GU em relação ao MM (0,24 vs. 0,17) e com 13% de FDNf. Todas as dietas estabelecem uma concentração recomendada de CLA, como na carne crua.

A carne após cocção apresentou um percentual total de AGS de 46,48%, sendo desse total apenas 27,46% são potencialmente relacionados ao aumento do colesterol em humanos, representados pelo somatório dos ácidos graxos C14:0 e C16:0. Em contrapartida, do total de monoinsaturados (43,68%) 37,62% é constituído por C18:1 *cis*, que são desejáveis pela presença do ácido oléico e 8,81% são ácidos polinsaturados formados principalmente pelos ácidos linoléico, linolênico e CLA reconhecidos pelos efeitos benéficos á saúde humana.

A cocção é um processo necessário no preparo da carne e proporciona trocas físicas, químicas e estruturais nos componentes dos alimentos pelo efeito do calor. Durante esse processo podem ocorrer alterações indesejáveis, tais como a redução do seu valor nutricional devido à oxidação lipídica e modificações nos teores de proteína e matéria seca (RODRIGUEZ-ESTRADA et al., 1997; ROSA et al., 2006). No entanto, neste trabalho não foram observados alterações do cozimento no perfil de ácidos graxos de carnes (Tabela 10), ou seja, as análises realizadas nas carnes *in natura* podem estimar o perfil da carne assada.

Tabela 10 – Comparação das médias para as características de perfil de ácidos graxos da carne crua e assada de bovinos alimentados com diferentes teores de FDN de forragem (FDNf) e dois métodos de processamento

Ácidos Graxos	Carne			
	Crua	Assada	EPM ¹	P ²
C14:0	3,03	3,10	0,12	0,68
C15:0	0,46	0,42	0,02	0,07
C16:0	24,15	24,36	0,40	0,71
C17:0	0,88	0,92	0,03	0,37
C18:0	15,35	16,42	0,31	0,21
C17:1	0,54	0,55	0,02	0,77
C18:2	6,25	5,27	0,47	0,14
C20:4	1,81	1,42	0,16	0,08
C20:5	0,45	0,35	0,05	0,11
C22:6	0,11	0,09	0,01	0,09
AGS ³	45,65	46,49	0,68	0,38
AGM ⁴	42,81	43,64	0,54	0,28
AGPI ⁵	10,71	8,93	0,78	0,11
AGPI:AGS ⁶	1,21	1,15	0,03	0,21
Total trans 18 ⁷	1,51	1,59	0,20	0,62
Total cis 18 ⁸	36,77	37,59	0,51	0,26
Trans:cis ⁹	0,04	0,05	<0,01	0,75
Total ω6 ¹⁰	6,95	5,89	0,50	0,14
Total ω3 ¹¹	1,90	1,57	0,14	0,09
ω6:ω3 ¹²	3,88	3,92	0,16	0,76
CLA ¹³	0,19	0,21	0,01	0,34

¹EPM: erro padrão da média. ²Valores de probabilidade (P) inferiores ou iguais a 0,05 foram considerados significativos; ³Total ácidos graxos saturado; ⁴Total ácidos graxos monoinsaturado; ⁵Total ácidos graxos polinsaturados; ⁶Relação insaturado:saturado; ⁷Somatório C18:1 *trans*-6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 16; ⁸Somatório C18:1 *cis*-9, C18:1 *cis*-11, C18:1 *cis*-12, C18:1 *cis*-13 e C18:1 *cis*-15; ⁹Relação *trans*18:*cis*18; ¹⁰Somatório C18:2 *cis*-9, *cis*-12, C18:3 n6, C18:2 *cis*-9, *trans*-11, C18:2 *cis*-12, *trans*-10, C20:2, C20:3n6, C22:2. ¹¹Somatório C18:3 n3, C20:3n3, C20:5, C22:5, C22:6. ¹²Relação ômega 6 e ômega 3. ¹³Somatório C18:2 *cis*-9, *trans*-11 e C18:2 *cis*-12, *trans*-10

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não houve efeito do processo de ensilagem do grão úmido de milho ou dos diferentes níveis de fibra sobre a umidade, FC, pH, cor, maciez sensorial, suculência e sabor da carne. Entretanto, houve um aumento no teor de lipídios na carne dos animais que receberam dietas com milho grão úmido ensilado.

O aumento no teor de FDNf na dieta resultou em menor relação $\omega 6:\omega 3$ na carne, algo desejável sob o ponto de vista da saúde do consumidor.

O cozimento da carne não alterou o perfil de ácidos graxos da carne, pode-se então estimar o perfil de ácidos graxos por meio da análise em carnes cruas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA JR, G.A.; COSTA, C.; CARVALHO, S.M.R.; JUNIOR, P.P.; PANICHI, A. Composição físico-química de carcaças de bezerros holandeses alimentados após o desaleitamento com silagem de grãos úmidos ou grãos secos de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 164-170, 2008.

ALMEIDA JÚNIOR, G.A.; COSTA, C.; MONTEIRO, A.L.G.; GARCIA, C.A.; MUNARI, D.P.; NERES, M.A. Qualidade da Carne de Cordeiros Criados em Creep Feeding com Silagem de Grãos Úmidos de Milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa v.33, n.4, p.1039-1047, 2004.

ALMEIDA, A.K. Desempenho, **características de carcaça e perfil de ácidos graxos de cordeiros alimentados com diferentes proporções de volumoso e fontes de lipídios**. 2010. 47 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2010.

ALMEIDA, R.; MEDEIROS, S.R.; CALEGARE, L.; ALBERTINI, T.Z.; LANNA, D.P.D. Fazendas de terminação. In: PIREZ, A.V. **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 2010. cap. 11, p. 183-198.

ALVES, D.D.; MANCIO, A.B. Maciez da carne bovina - uma revisão. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 14, n. 1, p. 193-216, 2007.

AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. **Research guidelines for cookery, sensory evaluation and tenderness measurements of fresh meat**. Chicago: American Meat Science Association; National Live Stock and Meat Board, 1995. 47p.

ANDRADE, M.B. **Componentes do peso vivo, características da carcaça e da carne de cordeiros mestiços hampshire down terminados com dietas contendo silagens de grãos de milho**. 2007. 56 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

ANDRADE, P.L.; BRESSAN, M.C.; GAMA, L.T.; GONÇALVES, T.M.; LADEIRA, M.M.; RAMOS, E.M. Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 8, p. 1791-1800, 2010.

ANDRAE, J.G.; DUCKETT, S.K.; HUNT, C.W.; PRICHARD, G.T.; OWENS, F.N. Effects of feeding high-oil corn to beef steers on carcass characteristics and meat quality. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 79, n. 3, p. 582-588, 2001.
ANTUNES, R.C.; RODRIGUES, N.M. Metabolismos dos carboidratos não estruturais. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. cap. 10, p. 287-310.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of analysis of AOAC International**. 15th ed. Arlington, 1990. 1117 p.

BEORLEGUI, C.B. Cambios en el perfil de ácido grasos en productos animales en relación con la alimentación animal y humana. Importancia del ácido linoleico conjugado. 1. Rumiantes. In: CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA, 20., 2004, Barcelona. **Anais...** Barcelona: FEDNA, 2004. p.79-100.

BESSA, R.J.B.; SANTOS-SILVA, J.; RIBEIRO, J.M.R.; PORTUGAL, A.V. Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 63, n. 3, p. 201–211, 2000.

BIANCHINI, W.; SILVEIRA, A.C.; JORGE, A.M.; ARRIGONI, M.B.; MARTINS, C.L.; RODRIGUES, E.; HADLICH, J.C.; ANDRIGHETTO, C. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 2109-2117, 2007.

BRESSAN, M.C.; RODRIGUES, E.C.; ROSSATO, L.V.; RAMOS, E.M.; GAMA, L.T. Physicochemical properties of meat from *Bos taurus* and *Bos indicus*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 6, p. 1250-1259, 2011.

BRONDANI, I.L., SAMPAIO, A.A.M., RESTLE, J. FREITAS, L.S.; AMARAL, G.A.; SILVEIRA, M.F.; CEZIMBRA, I.M. Composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 2034-2042, 2006.

BYRNEA, C.E.; TROY, D.J.; BUCKELY, D.J. Postmortem changes in muscle electrical properties of bovine M. longissimus dorsi and their relationship to meat quality attributes and pH fall. **Meat Science**, Barking, v. 54, n. 1, p. 23-34, 2000.

CALKINS, C.R.; HODGEN, J.M. A fresh look at meat flavor. **Meat Science**, Barking, v. 77, n. 1, p. 63-80, 2007.

CANESIN, R.C.; BERCHIELLI, T.T; ANDRADE, P.; FATURI, C. Características da carcaça e da carne de novilhos mantidos em pastagem de capim-marandu submetidos a diferentes estratégias de suplementação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2368-2375, 2006.

CARARETO, R. **Fontes de nitrogênio, níveis de forragem e métodos de processamento de milho em rações para tourinhos da raça Nelore terminados em confinamento**. 2011. 106 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A.; FERRIER, D.R. **Bioquímica ilustrada** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 534 p.

CHIARA, V.L.; SILVA, R.; JORGE, R.; BRASIL, A.P. Ácidos graxos trans:doenças cardiovasculares e saúde materno-infantil. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 341-349, 2002.

CHRISTIE, W.W. A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesterol esters. **Journal of Lipid Research**, New York, v. 23, p. 1072, 1982.

CLIMACO, S.M.; RIBEIRO, E.L.A.; MIZUBUTI, I.Y.; SILVA, L.D.F.; BARBOSA, M.A.A.F.; RAMOS, B.M.O.; CONSTANTINO, C. Características de carcaça e qualidade da carne de bovinos de corte de quatro grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 12, p. 2791-2798, 2011.

CLIMACO, S.M.; RIBEIRO, E.L.A.; ROCHA, M.A.; MIZUBUTI, I.Y.; SILVA, L.D.F.; NORO, L.Y.; TURINI, T. Características de carcaça e qualidade de carne de bovinos inteiros ou castrados da raça Nelore, suplementados ou não durante o primeiro inverno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 6, p. 1867-1872, 2006.

COSTA, E.C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; PEROTTONI, J.; FATURI, C.; MENEZES, L.F.G. Composição física da carcaça, qual idade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos red angus superprecoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 417-428, 2002.

COSTA, R.C.; SANTOS, N.M.; SOUSA, W.H.; QUEIROGA, R.C.R.E.; AZEVEDO, P.S.A.; CARTAXO, F.Q. Qualidade física e sensorial da carne de cordeiros de três genótipos alimentados com rações formuladas com duas relações volumoso: concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 8, p. 1781-1787, 2011.

CURI, R.A.; CHARDULO, L.A.L.; MASON, M.C. ARRIGONI, M.D.; SILVEIRA, A.C.; OLIVEIRA, H.N. Effect of single nucleotide polymorphisms of CAPN1 and CAST genes on meat traits in Nellore beef cattle (*Bos indicus*) and in their crosses with *Bos taurus*. **Animal Genetics**, Oxford, v. 40, n. 4, p. 456-462, 2009.

DALEY, C.A.; ABBOTT, A.; DOYLE, P.S.; NADER, G.A.; LARSON, S. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. **Nutrition Journal**, Florida, v. 9, n. 10, p. 1-12, 2010.

DEHAAN, K.A.; VAN KOEVERING, M.T.; GIBSON, M.L. The effect of age, background, and gender on feed intake by feedlot cattle. In: SYMPOSIUM INTAKE BY FEEDLOT CATTLE, 1995, Oklahoma. **Proceedings...** Oklahoma: Agricultural Experimental Station, 1995. p. 9-22.

DUCKETT, S.K. **Effect of nutrition and management practices on marbling deposition and composition**. Disponível em: <http://www.cabpartners.com/news/research/duckett_nutrition.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2012.

FELÍCIO, P.E. Fatores *ante e post mortem* que influenciam na qualidade da carne vermelha. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 30., 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBZ, 1993. p. 43-52.

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

_____. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 26., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. p. 89-97.

FERNANDES, A.R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; HENRIQUE, W.; OLIVEIRA, E.A.; OLIVEIRA, R.V.; LEONEL, F.R. Composição em ácidos graxos e qualidade da carne de tourinhos Nelore e Canchim alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 328-337, 2009.

FERNANDES, A.R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; HENRIQUE, W.; OLIVEIRA, E.A.; TULLIO, R.R.; PERECIN, D. Características da carcaça e da carne de bovinos sob diferentes dietas, em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n. 1, p. 139-147, 2008.

FERRÃO, S.P.B.; BRESSAN, M.C.; OLIVEIRA, R.P.; PÉREZ, J.R.O.; RODRIGUES, E.C.; NOGUEIRA, D.A. Características sensoriais da carne de cordeiros da raça santa inês submetidos a diferentes dietas. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 185-190, 2009.

FREITAS, A.K. **Características da carcaça, da carne e perfil dos ácidos graxos de novilhos Nelore inteiros ou castrados em duas idades**. 2006. 68 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

FREITAS, A.K.; RESTLE, J.; PACHECO, P.S.; PADUA, J.T.; LAGE, M.E.; MIYAGI, E.S.; SILVA, G.F.R. Características de carcaças de bovinos Nelore inteiros vs castrados em duas idades, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1055-1062, 2008.

FRENCH P.; STANTON, C.; LAWLESS, F.; O'RIORDAN, E.G.; MONAHAN, F.J.; CAFFREY, P.J.; MOLONEY, A.P. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage or concentrate based diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 78, n. 11, p. 2849-2855, 2000.

FRENCH, P.; O'RIORDAN, E.G.; MONAHAN, F.J.; CAFFREY, P.J.; MOLONEY, A.P. Fatty acid composition of intra-muscular triacylglycerols of steers fed autumn grass and concentrates. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 81, p. 307-317, 2003.

FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F.; O'RIORDAN, E.G.; MONAHAN, F.J.; CAFFREY, P.J.; MOLONEY, A.P. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage or concentrate based diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 78, n. 11, p. 2849-2855, 2000.

GRANDIN, T. **Livestock handling and transport**. 2th ed. Wallingford: CABI, 2000. 464 p.

GRUBER, S.L.; TATUM, J.D.; SCANZA, J.A. Effects of postmortem aging and USDA quality grade on Warner-Bratzler shear force values of seventeen individual beef muscles. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 84, n. 12, p. 3387-3396, 2006.

HARA, A.; RADIN, N.S. Lipid extraction of tissues with low-toxicity solvent. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 90, p. 420-426, 1978.

HEINEMANN, R.J.B.; PINTO, M.F.; ROMANELLI, P.F. Fatores que influenciam a textura da carne de novilhos Nelore e cruzados Limousin-Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 8, p. 963-971, 2003.

HEINEMANN, R.J.B.; PINTO, M.F.; ROMANELLI, P.F.; PINTO, M.F.; ROMANELLI, P.F. Fatores que influenciam a textura da carne de novilhos Nelore e cruzados Limousin-Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 8, p. 963-971, 2003.

HENRIQUE, W.; BELTRAME FILHO, J.A.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D.; ALLEONI, G.F.; COUTINHO FILHO, J.L.V.; SAMPAIO, A. A.M. Avaliação da silagem de grãos de milho úmido com diferentes volumosos para tourinhos em terminação. Desempenho e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 183-190, 2007.

HUNTINGTON, G.B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 75, p. 852-867, 1997.

KOHLMEIER, L.; SIMONSEN, N.; VAN'T VEER, P.; STRAIN, J.J.; MARTIN-MORENO, J.M.; MARGOLIN, B. Adipose tissue trans fatty acids and breast cancer in the European Community multicenter study on antioxidants, myocardial infarction, and breast cancer. **Cancer Epidemiol Biomarkers Prevention**, Philadelphia, v. 6, n. 9, p. 705-710, 1997.

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

KOOHMARAIE, M.; KENT, M.P.; SHACKEIFORD, S.D.; VEISETH, E.; WHEELER, T.L. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? **Meat Science**, Barking, v.62, n. 3, p.345-352, 2002.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2. ed. Santa Maria: UFSM, 2002. 140 p.

KRAUSE, K.M., OETZEL, G.R. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: review. **Animal Feed Science and Technology**, Madison, v. 126, n. 3, p. 215-236, 2006.

KUSS, F.; LÓPEZ, J.; RESTLE, J.; BARCELLOS, J.O.J.; MOLETTA, J.L.; LEITE, M.C.P. Qualidade da carne de novilhos terminados em confinamento e abatidos aos 16 ou 26 meses de idade. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 4, p. 924-931, 2010.

LAWRIE, R.A. **Ciência da carne**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384 p.

LEME, P.R.; SILVA, S. L.; PEREIRA, A.S.C. MARGARIDO, R.C.C. Desempenho e características de carcaça de animais Nelore, ½ Caracu x Nelore e ¾ Caracu x Nelore confinados com dietas de alto concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. 1 CD-ROM.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: LinBife, 2000. 134 p.
MACDONALD, H.B. Conjugated linoleic acid and disease prevention: a review of current knowledge. **Journal of the American College of Nutrition**, Montreal v. 19, n. 2, p. 111-118, 2000.

MADRUGA M.S.; ARRUDA, S.G.B.; NARAIN, N.; SOUZA, J.G. Castrations and slaughter age effects on panel assessment and aroma compounds of the “mestiço” goats meat. **Meat Science**, Barking, v. 56, n. 2, p. 117-125, 2000.

MADRUGA, M.S.; GALVÃO, M.S.; COSTA, R.G.; BELTRÃO, S.E.S; SANTOS, N.M.; CARVALHO, F.M.; VIARO, V.D. Perfil aromático e qualidade química da carne de caprinos Saanen alimentados com diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 936-943, 2008.

MAGGIONI, D.; PRADO, I.N.; ZAWADZKI, F.; VALERO, M.V.; MARQUES, J.A.; BRIDI, A.M.; MOLETTA, J.L.ABRAHÃO, J.J.S. Grupos genéticos e graus de acabamento sobre qualidade da carne de bovinos. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 391-402, 2012.

MANCINI, R.A.; HUNT, M.C. Current research in meat color. **Meat Science**, Barking v. 71, n. 1, p. 100- 121, 2005.

MARTIN, C.A.; ALMEIDA, V.V.; RUIZ, M.R.; VISENTAINER, L.; MATSHUSHITA, M. Ácidos graxos polinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**. Campinas, v. 16, n. 6, p. 761-770, 2006.

MATURANO A.M.P. **Estudo do efeito do peso de abate na qualidade da carne de cordeiros da raça Merino Australiano e Ile de France x Merino**. 2003. 93 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

MCALLISTER, T.A.; GIBB, D.J.; BEAUCHEMIN, K.A.; WANG, Y. Starch type, structure and ruminal digestion. In: CATTLE GRAIN PROCESSING SYMPOSIUM, 2006, Stillwater. **Proceeding...** Stillwater, 2006. p. 15-17.

MCALLISTER, T.L.; PHILLIPE, R.C.; RODE, L.M.; CHENG, K.J. Effect of the protein matrix on the digestion of cereal grains by ruminal microorganisms. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 71, n. 1, p. 204-212, 1993.

MCDONALD, HB: Conjugated linoleic acids and disease prevention: a review of current knowledge. **Journal of the American College of Nutrition**, Florida, v. 19, n. 2, p. 111-118, 2000.

MEDEIROS, S.R. **Ácido linoléico conjugado: teores nos alimentos e seu uso no aumento da produção de leite com Maior teor de proteína e perfil de ácidos graxos Modificado**. 2001. 98 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MENEZES, L.F.G.; RESTLE, J. BRONDANI, I.L.; SILVEIRA, M.F.; FREITAS, L.S.; PIZZUTI, L.A.D. Características da carcaça e da carne de novilhos superjovens da raça Devon terminados em diferentes sistemas de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 3, p. 667-676, 2010.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FORAGE QUALITY, EVALUATION AND UTILIZATION, 1994, Wisconsin: American Society of Agronomy, 1994. p. 450-493.

_____. Creating a system for meeting the fiber requirement of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 80, n. 7, p. 1463-1481, 1997.

METZ, P.A.M.; MENEZES, L.F.G.M.; SANTOS, A.P.; BRONDANI, I.L.; RESTLE, R.; LANNA, D.P.D. Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos de diferentes idades e grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 3, p. 523-531, 2009.

MISSIO, R.L.; BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C.; RESTLE, J.; ARBOITTE, M.Z.; SAGABINAZZI, L.R. Características da carcaça e da carne de tourinhos terminados em confinamento, recebendo diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 7, p. 1610-1617, 2010.

MOTTRAM, D.S. Flavour formation in meat and meat a products: a review. **Food Chemistry**, Oxford, v. 62, n. 4, p. 415-424, 1998.

MUCHENJE, V.; DZAMA, K.; CHIMONYO, M.; STRYDOM, P.E.; HUGO, A.; RAATS, J.G. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: a review. **Food Chemistry**, Oxford, v. 112, n. 2, p. 279-289, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington: National Academic Press, 1996. 242 p.

NOCEK, J.E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, p. 3598-3629, Oct. 1991.

OLIVEIRA, E.A.; SAMPAIO, A.A.M.; FERNANDES, A.R.M. Desempenho e características de carcaça de tourinhos Nelore e Canchim terminados em confinamento recebendo dietas com cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 12, p. 2465-2472, 2009.

ORSKOV, E.R. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 63, n. 5, p. 1624-1633, 1986.

OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 292-300, 2009.

OWENS, F.N.; SECRTS, D.S.; HILL, W.J.; GILL, D.R. Acidosis in cattle: a review. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 76, n. 1, p. 275-286, 1998.

OWENS, F.N.; ZINN, R.A. Corn grain for cattle: influence of processing on site and extent of digestion. In: SOUTHWEST NUTRITION CONFERENCE, 2005, Tucson, **Proceedings...** Tucson: University of Arizona, 2005. p. 86-112.

PACHECO, P.S.; RESTLE, J.; SILVA, J.H.S. BRONDANI, I.L.; PASCOAL, L.L.; ALVES FILHO, D.C.; ARBOITTE, M.Z.; FREITAS, A.K. Composição física da carcaça e qualidade da carne de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1691-1703, 2005.

PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. cap. 10, p. 287-310.

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, higiene e tecnologia de carnes**. Goiânia: EDUFF; UFF, 1994. 1110 p.

PASSINI, R.; SILVEIRA, A.C.; TITTO, E.A.; RODRIGUES, P.H.M.; ARRIGONI, M.B.; COSTA, C.; CHARDULO, L.A.L. Silagem de grãos úmidos de milho e de sorgo e níveis protéicos sobre desempenho e características da carcaça de novilhos superprecoces. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 4, p. 1133-1140, 2002.

PAZIANI, S.F.; ALCALDE, C.R.; ANDRADE, P. Acabamento de bovinos em pastagens no período seco, utilizando-se milho inteiro e soja integral ou milho moído e farelo de soja. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 21, n. 3, p. 745-748, 1999.

PEREIRA, D.H.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C.; GARCIA, R., OLIVEIRA, A.P.; MARTINS, F.H.; VIANNA, V. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho de bovinos de corte recebendo silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e diferentes proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 282-291, 2006.

PUTRINO, S.M. **Composição corporal, exigências de energia e proteína para ganho e composição da carne de novilhos Nelore alimentados com dietas com milho grão seco ou úmido contendo gordura não degradável no rúmen**. 2006. 100 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

PUTRINO, S.M.; LEME, P.R.; SILVA, S.L. Exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso de tourinhos Brangus e Nelore alimentados com dietas contendo diferentes proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n. 1, p. 292-300, 2006.

RAES, K.; DE SMET, S.; DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 113, n. 1/4, p. 199-221, 2004.

REALINI, C.E.; DUCKETT, S.K.; BRITO, G.W.; DALA RIZZA, M.; DE MATTOS, D. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. **Meat Science**, Barking, v. 66, n. 3, p. 567-577, 2004.

RESENDE, F.D.; QUEIROZ, A.C.; OLIVEIRA, J.V.; PEREIRA, J.C.; MANCIO, A.B. Bovinos mestiços alimentados com diferentes proporções de volumoso: concentrado. 2. Efeito sobre a ingestão de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 270-279, 2001.

RESTLE, J.; CERDÓTES, L.; VAZ, F.N.; BRONDANI, I.L. Características de carcaça e da carne de novilhas Charolês e 3/4 Charolês 1/4 Nelore, terminadas em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 1065-1075, 2001.

RESTLE, J.; VAZ, F.N.; QUADROS, A.R.B.; MULLER, L. Características de carcaça e da carne de novilhos de diferentes genótipos de Hereford x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 1245-1251, 1999.

RIBEIRO, E.L.A.; HERNANDEZ, J.A.; ZANELLA, E.L.; SHIMOKOMAKI, M.; PRUDENCIO-FERREIRA, S.H.; YOUSSEF, E.; RIBEIRO, H.J.S.S.; BOGDEN, R.; REEVES, J.J. Growth and carcass characteristics of pasture fed LHRH immunocastrated, castrated and intact Bos indicus bulls. **Meat Science**, Barking, v. 68, n. 2, p. 285-290, 2004.

RODRIGUES, V.C.; ANDRADE, I.F. Características físico-químicas da carne de bubalinos e de bovinos castrados e inteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1839-1849, 2004.

RODRIGUEZ-ESTRADA, M.T.; PENAZZI, G.; CABONI, M.F.; BERTAWO, G.; LERCKER, G. Effect of different cooking methods on some lipids and protein components of hamburgers. **Meat Science**, Savoy, v. 45, n. 3, p. 365-375, 1997.

ROONEY, L.W.; PFLUGFELDER, R.L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 63, p. 1607-1623, 1986.

ROSA, F.C.; BRESSAN, M.C.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J.; VIEIRA, J.O. Efeito de métodos de cocção sobre a composição química e colesterol em peito e coxa de frangos de corte. **Revista Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 707-714, 2006.

ROSSATO, L.V.; BRESSAN, M.C.; RODRIGUES, E.C.; GAMA, L.T.; BESSA, R.J.B.; ALVES, S.P.A. Parâmetros físico-químicos e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Angus e Nelore terminados em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 1127-1134, 2010.

SANTOS, F.A.P.; CARARETO, R.; MARQUES, R.S. Manejo alimentar de bovinos: Processamento de grãos para bovinos de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 9., 2011, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2011. p. 211.

SANTOS, F.A.P.; PEREIRA, E.M.; PEDROSO, A.M. Suplementação energética de bovinos de corte em confinamento. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE, 5., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 262-297.

SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J.F.; NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; RICHARDSON, I.; MOLONEY, A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, Barking, v. 74, n. 1, p. 17-33, 2006.

SHEPHERD, L.; BERTHIAUME, R.; LAFRENIERE, C.; CAMPBELL, C.; PIVOTTO, L.; MANDELL, L. Effects of method of forage finishing and cattle breed on growth performance, carcass characteristics, meat quality, and fatty acid composition. In: ADSA-AMPA-ASAS-CSAS- WSASAS JOINT ANNUAL MEETING, 2012, Phoenix. **Abstracts...** Phoenix: Federation of Animal Science Societies, 2012. p. 430-431. SHIBUYA, C.M. **Análise sensorial da carne (m. l. dorsi) de novilhos terminados com dietas de milho seco vs. úmido, com ou sem gordura protegida (lactoplus), e de lactoplus vs. caroço de algodão.** 2004. 99 p. Dissertação (Mestrado em tecnologia de alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

SILVA, L.S.; LEME, P.R.; PUTRINO, S.M. Milho grão seco ou úmido com sais de cálcio de ácidos graxos para novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1426-1434, 2007.

SILVA, S.L. **Milho grão seco, grão úmido e sais de cálcio de ácidos graxos em dietas para novilhos Nelore em confinamento:** desempenho, características de carcaça e perfil de ácidos graxos. 2005. 76 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.

SILVEIRA, I.D.B.; FISCHER, V.; SOARES, G.J.D. Relação entre o genótipo e o temperamento de novilhos em pastejo e seu efeito na qualidade da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 519-526, 2006.

SILVEIRA, M.F.; BRONDANI, I.L.; ARBOITTE, M.Z.; ALVES FILHO, D.C.; RESTLE, J.; RETORE, M. Composição física da carcaça e qualidade da carne de novilhos Charolês e Nelore que receberam diferentes proporções de concentrado na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 2, p. 467-474, 2009.

SIMOPOULOS, A.P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. **Biomed Pharmacother**, Villejuif, v. 56, n. 8, p. 365–379, 2002.

STELZLENI, A.M.; JOHNSON, D.D. Benchmarking sensory off-flavor score, off-flavor descriptor and fatty acid profiles for muscles from commercially available beef and dairy cull cow carcasses. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 131, n. 1, p. 31-38, 2010.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VAZ, F.N.; RESTLE, J. Aspectos qualitativos da carcaça e da carne de machos Braford superprecoces, desmamados aos 72 ou 210 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 2078-2087. 2002.

VAZ, F.N.; RESTLE, J.; FEIJÓ, G.L.D. Qualidade e composição química da carne de bovinos não-castrados ou castrados de diferentes grupos genéticos Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 518-525, 2001.

VAZ, F.N.; RESTLE, J.; PADUA, J.T. Qualidade da carcaça e da carne de novilhos abatidos com pesos similares, terminados em diferentes sistemas de alimentação. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 8, n. 1, p. 31-40, 2007.

VAZ, F.N.; RESTLE, J.; SILVA, N.L.Q.; ALVES FILHO, D.C.; PASCOAL, L.L.; BRONDANI, I.L.; KUSS, F. Nível de concentrado, variedade da silagem de sorgo e grupo genético sobre a qualidade da carcaça e da carne de novilhos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 239-248, 2005.

VECHIATO, T.A.F. **Estudos retrospectivos e prospectivos da presença de abscessos hepático em bovinos abatidos em um frigorífico paulista**. 2009. 102 p. Dissertação (Mestrado em Clínica Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

WEISS, W.P. Predicting energy values of feeds. **Journal of Dairy Science**, Ames, v. 76, p. 1802-1811, 1993.

WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; ST PIERRE, N.R. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, Philadelphia, v. 39, p. 95-110, 1992.

WHETSELL, M.S.; RAYBURN, E.B.; LOZIER, J.D. **Human health effects of fatty acids in beef**. West Virginia University Extension Service Extension Service West Virginia University 2003. Disponível em: <www.wvu.edu/~agexten/forglvst/humanhealth.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2012.

WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M.E.; CROUSE, J.D.; HUNT, M.C.; KLEMM, R.D. Evaluation of attributes that affect longissimus muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **Journal Animal Science**, Savoy, v. 68, n. 9, p. 2716-2728, 1990.

WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I.; NUTE, G.R.; FISHER, A.V.; CAMPO, M.M.; KASAPIDOU, E.; SHERD, P.R.; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, Barking, v. 66, p. 21-32, 2003.

ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F. Recentes avanços em amido na nutrição de gado leiteiro. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA LEITEIRA – NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 249-284.