

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**QUALIDADE DA CARNE DE TOURINHOS NELORE ALIMENTADOS COM
DIFERENTES FONTES DE ÓLEOS
PROTEGIDOS OU NÃO DA DEGRADAÇÃO RUMINAL**

Emanuel Almeida de Oliveira
Zootecnista

**Jaboticabal – São Paulo – Brasil
Fevereiro de 2011**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**QUALIDADE DA CARNE DE TOURINHOS NELORE ALIMENTADOS COM
DIFERENTES FONTES DE ÓLEOS
PROTEGIDOS OU NÃO DA DEGRADAÇÃO RUMINAL**

Emanuel Almeida de Oliveira
Zootecnista

Orientador: **Prof. Dr. Alexandre Amstalden Moraes Sampaio**
Co – orientadora: **Dr^a. Wignez Henrique**

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

Jaboticabal – São Paulo – Brasil
Fevereiro de 2011

EMANUEL ALMEIDA DE OLIVEIRA – Filho de Pedro de Oliveira Júnior e Silvia Aparecida Rovina de Almeida Oliveira, nascido em 10 de março de 1983, natural de Jaboticabal, São Paulo. Em julho de 2006 graduou-se em Zootecnia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista – Unesp – Campus de Jaboticabal. Em maio de 2006 foi aprovado para o ingresso no curso de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Zootecnia desta mesma instituição. No mês de março de 2008 ingressou no Doutorado em Zootecnia, encerrando-o em fevereiro de 2011. Participa do Grupo de pesquisa “**Qualidade da Carne Bovina em Modelos Auto-Sustentáveis**” **certificado pela Unesp/CNPq**. É autor e co-autor de artigos científicos e editor de livros técnicos na área de Bovinocultura de Corte.

*À minha noiva Mariana por me apoiar e me fortalecer não
importando a situação, te amo muito!!!*

Dedico

Agradecimentos especiais

À minha família

*Minha mãe Silvia, pelo exemplo de dedicação e amor;
Meu pai, Pedro, por não medir esforços para a minha formação;
Meu irmão, Pedro, pelo companheirismo e carinho;
Eu amo vocês.*

*Ao meu orientador e amigo, Prof. Alexandre
Por toda a dedicação e pela convivência enriquecedora.
Muito Obrigado !*

AGRADECIMENTOS

À Deus, nosso pai, pelo dom da vida e por sua proteção, sempre guiando e iluminando os meus passos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, pela oportunidade oferecida.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, por toda minha formação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, pela concessão de bolsas de estudo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – Fapesp, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e empresa Bellman Nutrição Animal Ltda, pelo auxílio financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa e pelo desenvolvimento da pesquisa em nosso estado.

Ao Dr. Marco Antonio Alvares Balsalobre, pelo incentivo e por acreditar em nosso trabalho.

Ao Laboratório de Enzimologia do Departamento de Tecnologia, em especial ao seu coordenador, Prof. Dr. João Martins Pizauro Junior, pelo auxílio na produção do óleo de linhaça protegido.

À minha co-orientadora, Dr^a. Wignez Henrique, pelos ensinamentos e auxílio na produção dos artigos científicos.

À Prof^a. Dr^a. Telma Teresinha Berchielli, Dr. Flávio Dutra de Resende, Prof. Dr. João Martins Pizauro Junior e Prof. Dr. Pedro Alves de Souza pelas importantes contribuições para a confecção desta tese.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Alexandre Rodrigo Mendes Fernandes, Dr. Rymer Ramiz Tullio, Dr. Flávio Dutra de Resende e Prof^a. Dr^a. Hirasilva Borba.

Aos colegas de pós-graduação, em especial à Bruna Laurindo Rosa, Thiago Martins Pivaro e Thiago Matias Torres do Nascimento, essenciais para a condução dos trabalhos.

Aos estagiários do setor: Felipe Schiavone Barbério, Victor Monseff de Almeida Campos, Victor Galli Crvalho, João Ricardo Lima Nicolau e Eric Culhari.

Aos funcionários do setor de Bovinocultura de Corte, Ademir Servidone, Renato Oliveira da Cruz.

Ao técnico do Laboratório de Ruminantes Sérgio Aparecido Beraldo.

À Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção pelo empréstimo de equipamentos e a liberação de funcionários para o auxílio diário.

Aos funcionários da Fábrica de Ração: Sandra, Hélio e Sr. Osvaldo.

À técnica do Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal Tânia Mara Azevedo Lima e ao Pós-graduando Marcel Mamente Baiago.

Ao Prof. Dr. Antonio Tadeu de Andrade pela ajuda incondicional e aos momentos de descontração.

Ao Prof. Dr. Dilermando Perecin pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao Laboratório de Bioquímica de Microorganismos e Plantas, em especial ao técnico de Laboratório João Carlos, pelas análises dos ácidos graxos

À amiga Denise Rocha Ayres por compartilhar momentos importantes durante a graduação e pós-graduação.

À toda minha família: avós, tios e primos.

Ao meu cachorro “Tucão” (*in memorian*) por seu companheirismo, o carinho que sempre demonstrou e pela convivência enriquecedora em todos os anos de sua vida.

À todos que diretamente ou indiretamente me ajudaram na condução do experimento e me auxiliaram na confecção desta tese.

MUITO OBRIGADO!!!

SUMÁRIO	Página
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xiv
RESUMO.....	xv
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	01
1 Introdução.....	01
2 Características da carne bovina brasileira.....	02
3 Incremento de ácidos graxos desejáveis na carne bovina.....	04
4 Ácidos graxos ômega-3 e ômega-6.....	06
5 Mecanismos de síntese do ácido linoléico conjugado.....	08
6 Composição em ácidos graxos e a saúde humana.....	09
7 Objetivos.....	13
CAPÍTULO 2 – CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA CARNE DE TOURINHOS NELORE ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES FONTES DE ÓLEOS PROTEGIDOS OU NÃO DA DEGRADAÇÃO RUMINAL.....	14
Resumo.....	14
1 Introdução.....	15
2 Material e Métodos.....	16
3 Resultados e Discussão.....	20
4 Conclusões.....	28

CAPITULO 3 - TEORES DE COLESTEROL, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E EM ÁCIDOS GRAXOS DO CONTRAFILÉ (<i>Longissimus thoracis</i>) E DA PICANHA (<i>Biceps femoris</i>) DE TOURINHOS NELORE TERMINADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES FONTES DE ÓLEOS PROTEGIDOS OU NÃO DA DEGRADAÇÃO RUMINAL.....	29
Resumo.....	29
1 Introdução.....	31
2 Material e Métodos.....	32
3 Resultados e Discussão.....	37
4 Conclusões.....	64
CAPITULO 4 - AVALIAÇÃO COMPARATIVA DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA, EM ÁCIDOS GRAXOS E TEORES DE COLESTEROL DA CARNE <i>IN NATURA</i> OU ASSADA DE TOURINHOS NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO.....	65
Resumo.....	65
1 Introdução.....	66
2 Material e Métodos.....	67
3 Resultados e Discussão.....	70
4 Conclusões.....	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2		Página
Tabela 1.	Composição percentual da matéria seca (MS) e em ácidos graxos das dietas experimentais oferecidas a tourinhos Nelore terminados em confinamento.....	17
Tabela 2.	Força de cisalhamento (FC), pH, luminosidade (L*), intensidade da cor vermelha (a*) e amarela (b*) da carne e da gordura, capacidade de retenção de água (CRA) e perdas no cozimento (PCoz) do contrafilé de tourinhos Nelore alimentados com diferentes fontes de óleos protegidos ou não da degradação ruminal.....	21
Tabela 3.	Avaliação sensorial do contrafilé de tourinhos Nelore alimentados com diferentes fontes de óleos protegidos ou não da degradação ruminal.....	26

Capítulo 3**Página**

Tabela 1.	Composição percentual da matéria seca (MS) e em ácidos graxos das dietas experimentais oferecidas a tourinhos Nelore terminados em confinamento.....	34
Tabela 2.	Teor de colesterol (Col), umidade (Um), proteína (Prot), extrato etéreo (EE) e minerais (Min) do contrafilé (<i>Longissimus thoracis</i>) e da picanha (<i>Biceps femoris</i>) de tourinhos Nelore alimentados com diferentes fontes de óleos protegidos ou não da degradação ruminal.....	39
Tabela 3.	Composição em ácidos graxos do contrafilé (<i>Longissimus thoracis</i>) de tourinhos Nelore alimentados com dietas contendo diferentes fontes de óleos protegidos ou não da degradação ruminal.....	47
Tabela 4.	Composição em ácidos graxos da picanha (<i>Biceps femoris</i>) de tourinhos Nelore alimentados com dietas contendo diferentes fontes de óleos protegidos ou não da degradação ruminal.....	49
Tabela 5.	Quantidades totais e relações entre os ácidos graxos do contrafilé (<i>Longissimus thoracis</i>) de tourinhos Nelore alimentados com dietas contendo diferentes fontes de óleos protegidos ou não da degradação ruminal.....	57
Tabela 6.	Quantidades totais e relações entre os ácidos graxos da picanha (<i>Biceps femoris</i>) de tourinhos Nelore alimentados com dietas contendo diferentes fontes de óleos protegidos ou não da degradação ruminal.....	58

Capítulo 4**Página**

Tabela 1.	Composição percentual da matéria seca (MS) e em ácidos graxos das dietas experimentais oferecidas a tourinhos Nelore terminados em confinamento.....	68
Tabela 2.	Composição química dos cortes do contrafilé (<i>Longissimus thoracis</i>) e da picanha (<i>Biceps Femoris</i>), <i>in natura</i> ou assados, de tourinhos Nelore alimentados com dietas ricas em ácidos graxos ômega-3 ou ômega-6.....	71
Tabela 3.	Probabilidades da análise de variância dos principais fatores dos ácidos graxos.....	74
Tabela 4.	Comparação entre as composições em ácidos graxos do contrafilé (<i>Longissimus thoracis</i>) e da picanha (<i>Biceps femoris</i>), <i>in natura</i> ou assados, de tourinhos Nelore terminados em confinamento.....	76
Tabela 5.	Probabilidades da análise de variância dos principais fatores das somas e relações entre os ácidos graxos.....	82
Tabela 6.	Comparação entre as relações dos ácidos graxos do contrafilé (<i>Longissimus thoracis</i>) e da picanha (<i>Biceps femoris</i>), <i>in natura</i> ou assados, de tourinhos Nelore terminados em confinamento.....	83

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 3	Página
Figura 1. Teores médios dos ácidos graxos, no contrafilé, que diminuíram sua concentração com a adição de óleo nas dietas.....	43
Figura 2. Teores médios dos ácidos graxos, no contrafilé, que aumentaram sua concentração com a adição de óleo nas dietas.....	44
Figura 3. Teores médios dos ácidos graxos, na picanha, que diminuíram sua concentração com a adição de óleo nas dietas.....	45
Figura 4. Teores médios dos ácidos graxos, na picanha, que aumentaram sua concentração com a adição de óleo nas dietas.....	45
Figura 5. Teores dos ácidos graxos C18:3 n3 e C18:3 n6 em dietas com adição de óleo de soja ou linhaça, no contrafilé.....	52
Figura 6. Teores dos ácidos C18:3 n3 e C18:3 n6 em dietas com adição de óleo de soja ou linhaça, na picanha.....	52
Figura 7. Teores de ácido linoléico conjugado (ALC) em dietas com a adição de óleos protegidos e não protegidos, no contrafilé.....	54
Figura 8. Teores de ácido linoléico conjugado (ALC) em dietas com a adição de óleos protegidos e não protegidos, na picanha.....	54
Figura 9. Relação ácidos graxos ômega-6:ômega-3 no contrafilé.....	59

Figura 10. Relação ácidos graxos ômega-6:ômega-3 na picanha.....	59
Figura 11. Teores médios de ácidos graxos hipercolesterolêmicos entre a dieta controle e com adição de óleo, no contrafilé.....	61
Figura 12. Teores médios de ácidos graxos hipercolesterolêmicos entre dieta a controle e com adição de óleo, na picanha.....	62
Figura 13. Teores médios de ácidos graxos hipocolesterolêmicos entre dieta controle e com adição de óleo, na picanha.....	62

Capítulo 4	Página
Figura 1. Composição química do contrafilé e da picanha <i>in natura</i> e assados.....	72
Figura 2. Teores de colesterol no contrafilé e na picanha.....	73
Figura 3. Teores médios dos ácidos graxos C12:0, C14:0, C15:0 e C17:0 no contrafilé e na picanha <i>in natura</i>	75
Figura 4. Teores dos ácidos graxos C14:1, C16:1, C17:1, C18:1 n7 e C18:1 n9 no contrafilé e na picanha <i>in natura</i>	77
Figura 5. Teores dos ácidos graxos C18:2 n6, C20:2, C20:3 n3, C20:3 n6, C20:5 n3 no contrafilé e na picanha <i>in natura</i>	78
Figura 6. Teores do ácido linoléico conjugado no contrafilé e na picanha <i>in natura</i>	79
Figura 7. Teores dos ácidos graxos C10:0, C12:0 e C15:0 nos cortes <i>in natura</i> ou assados.....	80
Figura 8. Teor do ácido graxo C16:0 dos cortes <i>in natura</i> ou assados.....	80
Figura 9. Teores do ácido graxos linoléico nos cortes <i>in natura</i> ou assados.....	81
Figura 10. Soma dos ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 dos cortes <i>in natura</i> ou assados.....	84
Figura 11. Relações entre os ácidos graxos dos cortes <i>in natura</i> e assados.....	85

LISTA DE ABREVIATURAS

a*	Intensidade da cor vermelha
AGI	Ácidos graxos insaturados
AGMI	Ácidos graxos monoinsaturados
AGPI	Ácidos graxos polinsaturados
AGS	Ácidos graxos saturados
ALC	Ácido linoléico conjugado
AGI:AGS	Relação entre ácidos graxos insaturados e saturados
AGMI:AGS	Relação entre ácidos graxos monoinsaturados e saturados
AGPI:AGS	Relação entre ácidos graxos polinsaturados e saturados
b*	Intensidade da cor amarela
Col	Colesterol
CRA	Capacidade de retenção de água
EE	Extrato etéreo
EM	Energia metabolizável
FC	Força de cisalhamento
Hiper	Somatória dos ácidos graxos hipercolesterolêmicos
Hipo	Somatória dos ácidos graxos hipocolesterolêmicos
L*	Luminosidade
MS	Matéria seca
Min	Minerais
NDT	Nutrientes digestíveis totais
n3	Ácidos graxos ômega-3
n6	Ácidos graxos ômega-6
n6:n3	Relação entre ácidos graxos ômega-6 e ômega-3
PB	Proteína bruta
PCoz	Perdas totais no cozimento
pH	Potencial hidrogeniônico
Prot	Proteína
Um	Umidade

QUALIDADE DA CARNE DE TOURINHOS NELORE ALIMENTADOS COM DIFERENTES FONTES DE ÓLEOS PROTEGIDOS OU NÃO DA DEGRADAÇÃO RUMINAL

RESUMO – Objetivou-se com este estudo avaliar as características qualitativas da carne, a composição química e de ácidos graxos dos cortes do contrafilé (*Longissimus thoracis*) e a composição química e de ácidos graxos da picanha (*Biceps femoris*) de 35 tourinhos da raça Nelore abatidos com peso de $532,17 \pm 30,2$ kg e 24 meses de idade. Estes animais foram confinados por 96 dias e receberam dietas contendo cana-de-açúcar (var. IAC86-2480) e concentrado com diferentes fontes de óleos protegidos ou não da degradação ruminal; todas as dietas possuíam a relação volumoso:concentrado de 40:60 na matéria seca. Após o período de engorda os animais foram enviados a um frigorífico comercial, abatidos e depois do resfriamento das carcaças, foi retirada uma seção que compreendia da 9^a à 13^a costelas do músculo *Longissimus thoracis* e uma peça padronizada, de acordo com o estabelecimento, do músculo *Biceps femoris* e trazidas ao laboratório para posteriores análises. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com 5 tratamentos e 7 repetições, sendo as médias comparadas por contrastes ortogonais. As análises da qualidade da carne não mostraram diferenças significativas para força de cisalhamento, pH, cor da carne, da gordura e perdas no cozimento. A capacidade de retenção de água evidenciou diferenças, sendo que, o óleo de linhaça protegido foi o tratamento que apresentou os maiores valores em relação aos demais (73,67 vs. 70,89%, respectivamente). A avaliação sensorial feita por painel de degustação treinado, analisadas estatisticamente pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis evidenciou diferenças para as variáveis: aparência, maciez e suculência sendo que as menores notas foram atribuídas à carne dos animais alimentados com o óleo de linhaça protegido e maiores notas foram obtidas para a carne de animais alimentados com o óleo de soja sem proteção. No contrafilé foram encontradas diferenças para o colesterol, sendo que, os valores dessa variável foram menores para a carne de animais alimentados com óleo de soja. Observou-se menores valores para o óleo de soja protegido (29,40 vs. 31,17 mg/100g, respectivamente) e o contrário ocorreu para o tratamento óleo de linhaça, onde observou-se menores valores para o óleo protegido. Alimentar tourinhos

Nelore com dietas contendo óleos, independentemente do tipo e proteção, aumentou os teores de ácido linoléico conjugado (ALC) e ácido linolênico (C18:3 n3) em ambos os cortes *in natura*. O contrafilé *in natura* apresentou menores teores de ácidos graxos saturados e maiores quantidades de ácidos graxos polinsaturados. Assar a carne aumentou a quantidade de ácidos graxos saturados e diminuiu os teores de polinsaturados para o contrafilé e para a picanha. Para as relações dos ácidos graxos ômega-6:ômega-3, os melhores valores foram encontrados na carne *in natura*.

Palavras-chave: Ácidos graxos polinsaturados, cocção, colesterol, maciez, óleo de linhaça, óleo de soja

MEAT QUALITY FROM NELLORE YOUNG BULLS FED WITH DIFFERENT SOURCES OF OIL, PROTECTED OR NOT FROM RUMEN DEGRADATION

ABSTRACT - The objective of this study was assess the meat quality, chemical and fatty acids composition of the loin (*Longissimus thoracis*) and chemical and fatty acids composition of the rump (*Biceps femoris*) from 35 Nellore young bulls, slaughtered weighing 532.2 ± 30.2 kg and 24 months of age. These animals were confined for 96 days and were fed with diets containing sugar cane (var. IAC86-2480) and concentrate with different sources of oil, protected or not from ruminal degradation, all diets possessed the roughage:concentrate ratio of 40:60 in dry matter. After the fedlot period the animals were sent to a commercial abattoir, stunned and slaughtered, and soon after the carcass cooling, a section which included the 9th to 13th rib from *Longissimus thoracis* muscle and a standardized cut of *Biceps femoris* were removed, according to the establishment. The design was randomized blocks with five treatments and seven replicates and the averages were compared by orthogonal contrasts. The analysis of meat quality showed no significant differences in shear force (SF), pH, meat and fat color and cooking losses. The water holding capacity (WHC) showed differences and the linseed protected oil treatment showed higher values compared to the others (73.67% vs. 70.89%, respectively). The sensory evaluation done by trained tasting panel, statistically analyzed by nonparametric Kruskal-Wallis test, showed differences for the variables: appearance, tenderness and juiciness and the lowest scores were assigned to the meat of animals fed with linseed protected oil. The highest score was obtained from animals fed with soybean oil. No differences were found for loin cholesterol, and the values of this variable was lower for meat from animals fed soybean oil compared to other oils. We observed lower values for soybean protected oil (29.40 mg/100g vs. 31.17 mg/100g respectively) and the opposite occurred for the flaxseed treatment, which showed lower values for protected oil. Feed Nellore young bulls with diets containing oil improve conjugated linoleic acid (CLA) and linolenic acid (C18:3 n3) in loin and rump. The raw loin showed lower levels of saturated fatty acids and higher amounts of polyunsaturated fatty acids. The cooking process increased the amount of saturated fatty acids and polyunsaturated decrease their levels for loin and rump. For the omega-6:omega-3 ratio best values were found in raw beef.

Keywords: Cholesterol, linseed oil, meat color, polyunsaturated fatty acids, soybean oil, tenderness

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 Introdução

A importância da bovinocultura de corte na economia brasileira é inegável, além de movimentar a indústria e distribuir uma gama variável de insumos que se utiliza no seguimento produtivo, a cadeia da pecuária bovina, incluindo produção, abate, transformação, transporte e comercialização de produtos e subprodutos, movimenta um grande número de agentes e de estruturas, da fazenda à indústria, e ao comércio, gerando renda e criando empregos em seus diversos segmentos (CORREA, 2000).

Mesmo com o atual cenário, aparentemente favorável, as margens de retorno econômico nas atividades pecuárias se encontram cada vez mais estreitas e a busca por maior eficiência produtiva se torna uma questão de sobrevivência. ABRAHÃO et al. (2005) relataram que somente permanecerão na atividade os pecuaristas que se adequarem a esta nova ordem, produzindo em escala, a custos competitivos e oferecendo um produto com qualidade diferenciada. A cadeia produtiva da carne bovina brasileira deve se organizar e se modernizar, através da união entre os produtores e centros de pesquisas, desenvolvendo e implantando técnicas que visem maior eficiência produtiva e qualidade dos produtos disponibilizados para o consumo.

COUTINHO FILHO et al. (2006) observaram que, no Brasil, a quase totalidade da carne consumida não apresenta qualidade determinada por padrões técnicos. Todos os diferentes produtos cárneos de origem bovina e outros são usualmente denominados de “carne de boi” ou “carne de vaca”. Nos últimos anos, têm surgido iniciativas de organizações públicas e privadas no sentido de valorizar os produtos cárneos comprovadamente mais qualificados, de acordo com o consumidor final. Assim, inúmeros produtores têm trabalhado com animais com potencial para produção de carne de qualidade utilizando técnicas em diferentes áreas como no melhoramento genético, na alimentação e na utilização de tecnologias de manejo intensivas.

Com a introdução do modelo intensivo de produção de carne, houve um aumento nos trabalhos de pesquisa visando obter produtos de melhor qualidade. Dentre estes destacam-se o rendimento de cortes cárneos, a porcentagem de

gordura (subcutânea e intramuscular) na carcaça, maciez, suculência e palatabilidade (BOLEMAN et al., 1998). A adoção de técnicas de manejo e alimentação que viabilizam a produção de carnes de melhor qualidade são importantes para colocar o setor pecuário em situação de igualdade com os grandes países produtores. Portanto, o êxito da produção de bovinos caminha para a obtenção de animais com melhores carcaças e carne de melhor qualidade.

Segundo OLIVEIRA (2008), os resultados positivos para a pecuária nacional tornam-se dependentes da integração de tecnologias para melhorar aspectos sanitários, nutricionais e genéticos, proporcionando melhorias na qualidade dos produtos em um sentido mais amplo, auxiliando o crescimento e a consolidação da cadeia produtiva da carne, trazendo retornos econômicos a todos os elos produtivos e permitindo que todas as classes sociais tenham acesso aos produtos.

2 Características da carne bovina brasileira

A carne, seja ela bovina, ovina, suína, de aves ou de pescado, deve corresponder às expectativas do consumidor no que se refere aos atributos de qualidade sanitária, nutritiva e organoléptica, além, obviamente, de ter preço criteriosamente estabelecido pelo justo valor (FELÍCIO, 1999). Nesse contexto, o êxito da produção de bovinos caminha para a obtenção da melhor qualidade da carne, representado pela aceitação do produto pelo consumidor, cobertura de gordura, sabor e maciez (TULLIO, 2004).

A carne bovina brasileira é considerada de qualidade inferior, devido ao fato da maior parte da produção nacional ser predominantemente zebuína e com elevada idade de abate, aliado ao efeito adverso do resfriamento rápido das carcaças que provocam o aumento da dureza (FELÍCIO, 1997).

Outra etapa de muita importância e que normalmente recebe pouca atenção é o manejo pré-abate. Este contribui muito para o aparecimento de problemas relacionados a qualidade da carne, principalmente por apresentar agentes estressantes que influenciam nas reservas de glicogênio gerando problemas no pH e na cor da carne. O transporte mal realizado, jejum prolongado, as diferentes condições climáticas e o comportamento sexual dos machos inteiros, são características que influenciam negativamente na qualidade final do produto.

Quando os bovinos são acometidos pelo estresse pré-abate, a reserva de glicogênio dos músculos desses animais pode ser parcial ou totalmente exaurida. Como consequência, o estabelecimento do *rigor mortis* se dá na primeira hora, mesmo antes da carcaça ser levada à câmara fria, porque a reserva energética não é suficiente para sustentar o metabolismo anaeróbio e produzir ácido lático capaz de fazer baixar o pH a 5,5 na 24^a hora *post mortem*. Estes fatores fazem com que a carne se apresente escura na gôndola do supermercado e dura no prato do consumidor (FELÍCIO, 1997).

ARRIGONI (2003) comentou que um dos principais problemas de recusa da carne brasileira no mercado internacional está diretamente ligada às características de conservação, quer pelo pH acima do recomendado (pH de 5,8), pela falta de padronização do produto ou pela pouca maciez. Assim, a pesquisa deve evoluir em investigações para melhorar a qualidade da carne bovina, conquistar o consumidor e ampliar a competição com as carnes de outras espécies.

ALVES & MANCIO (2007) comentaram que a maciez assume posição de destaque na avaliação qualidade da carne bovina, sendo considerada a característica organoléptica de maior influência na aceitação da carne pelos consumidores. A dureza da carne pode ser dividida em dureza residual, causada pelo tecido conjuntivo e outras proteínas do estroma, e dureza de actomiosina, causada pelas proteínas miofibrilares. Segundo os mesmos autores, dentre os fatores que influenciam na maciez da carne, podem ser destacados a genética, a raça, a idade ao abate, o sexo, a alimentação, o uso de agentes hormonais e os tratamentos *ante* e *post-mortem*. A qualidade final da carne é resultante de tudo o que aconteceu com o animal durante toda a cadeia produtiva, então deve-se assegurar procedimentos adequados de transporte, armazenamento, manipulação, exposição e preparo da carne.

De acordo com RAMOS & GOMIDE (2007) o tecido conectivo, especialmente o colágeno, é um importante constituinte da qualidade da carne, uma vez que está diretamente relacionado com sua textura, maciez e sabor. A participação do colágeno é determinada pelo conteúdo total de colágeno e pela quantidade termo-solúvel. De maneira geral, o conteúdo de colágeno solúvel contribui para a variação da maciez em animais de idades diferentes, enquanto o conteúdo total parece ser um método melhor para predizer diferenças na maciez entre músculos.

A alimentação oferecida aos animais também pode exercer grande influência nas características da carne. Os animais que recebem maior proporção de concentrado na dieta, como ocorrem em sistemas de confinamento, apresentam carne mais brilhante, com coloração vermelho-cereja e com gordura mais clara (TULLIO, 2004).

De acordo com CRUZ (2001), a cor é o primeiro critério que o consumidor utiliza para julgar a qualidade da carne, que é influenciada pelo teor de mioglobina, pH, maturidade, sexo, entre outros fatores. O pH do músculo, ao abate, está em torno de 7,2 e, em condições ideais, deve cair para 5,5 durante o resfriamento. A carne com pH ideal apresenta cor vermelha brilhante, enquanto que a mesma, com pH 6,0 ou maior, possui cor escura, devido a maior atividade enzimática, maior retenção de água e menor penetração de oxigênio. A concentração de mioglobina é maior nos animais mais velhos, sendo a razão do vermelho mais intenso observado nas carcaças destes animais.

Portanto, estudar técnicas ou metodologias que possam melhorar algumas características qualitativas da carne bovina brasileira é interessante, tendo em vista a possibilidade de abertura de mercados mais exigentes, além da manutenção e possível expansão dos já existentes

3 Incremento de ácidos graxos desejáveis na carne bovina

Algumas estratégias de manejo alimentar vêm sendo estudadas com o objetivo de alterar a composição em ácidos graxos dos tecidos animais. O conteúdo de ácido linoléico conjugado (ALC) e de outros ácidos graxos desejáveis na carne bovina é de grande interesse para as pesquisas atuais na bovinocultura de corte (MIR et al., 2003).

Segundo LOREZEN et al. (2007), animais alimentados no pasto apresentaram maiores concentrações de ALC que animais terminados no pasto e suplementados com grãos, aumentando de forma linear a concentração de ALC com o aumento da porcentagem de forragem na dieta. Da mesma forma, SHANTHA et al. (1997) observaram que a carne de bovinos mantidos em pastagens apresentava 7,4 mg de ALC/g de lipídio e a carne dos animais que receberam suplementação

com 8,5 kg de milho moído, continha 5,1 mg, portanto uma concentração 31% menor.

SILVA et al. (2007) utilizaram dietas contendo 40% de silagem de milho e 60% de concentrado, contendo milho seco ou milho úmido, ou ainda, milho seco com Lactoplus[®] (sais de cálcio de ácidos graxos provenientes do óleo de soja, rico em ácidos graxos ômega-6) e milho úmido com Lactoplus[®] para novilhos Nelore em confinamento, e observaram que a composição em ácidos graxos foi alterada tanto pelo uso do milho úmido quanto pela adição de gordura, positivamente quanto ao aumento do ALC e ao aumento de ácidos graxos polinsaturados, mas negativamente, piorando a relação ômega-6:ômega-3, o que estaria relacionado com o alto teor de concentrado das dietas.

BARTON et al. (2007) avaliaram a influência da inclusão de linhaça extrusada na alimentação de animais Limousin e Charolês sobre a composição em ácidos graxos da gordura de cobertura e intramuscular. Estes autores observaram que a inclusão de linhaça na dieta melhorou a composição em ácidos graxos tanto da carne quanto da gordura subcutânea, proporcionando diminuição da concentração de ácido palmítico (C16:0), aumento das concentrações de ácido linolênico (C18:3 n3) e ALC e diminuição da relação ômega-6:ômega-3, além da diminuição dos ácidos graxos saturados totais e aumento de polinsaturados na gordura subcutânea.

SCOLLAN et al. (2001) estudaram o desempenho e a composição em ácidos graxos na gordura da carne e da subcutânea de animais charolêses, alimentados com diferentes fontes de ácidos graxos polinsaturados ômega-3 (óleo de peixe, linhaça e associação óleo de peixe e linhaça). Os resultados demonstraram que o tratamento com apenas linhaça apresentou melhora da composição em ácidos graxos com a diminuição do C16:0, aumento do ácido alfa-linolênico (C18:3 n3) e seus derivados de cadeia longa na gordura subcutânea. Além disso, foi observada diminuição da relação ômega-6:ômega-3.

BEAULIEU et al. (2002) trabalharam com níveis de óleo de soja em dietas com altas concentrações de milho (2,5, 5,0 e 7,5% de óleo de soja), não encontrando diferenças na quantidade de ALC (C18:2 c9, t11) na carne quando se aumentou a proporção de óleo de soja na dieta, porém a concentração do isômero (C18:2 t10, c12) foi superior. Os autores não explicaram o ocorrido e sugeriram a

necessidade de estudos mais detalhados da utilização do óleo de soja em dietas para bovinos visando alterar a composição em ácidos graxos da carne.

FRENCH et al. (2000) demonstraram que a inclusão de forragem fresca nas dietas pode proporcionar maior deposição de ALC nos tecidos. O mesmo não foi observado quando os autores utilizaram a silagem de milho como volumoso. Os autores concluíram que para aumentar a concentração de ALC na carne, deve-se fornecer uma fonte de óleo rica em ácidos graxos da série ômega-6 (como o óleo de girassol ou de soja) associado a um volumoso que pode ser o feno ou forragem fresca. KELLY et al. (1998) sugeriram que gramíneas frescas ricas em açúcares e fibras solúveis podem proporcionar um ambiente ruminal propício para o crescimento do *Butyrivibrio fibrisolvens*, já que este microrganismo é um dos responsáveis pela produção do ALC.

FERNANDES et al. (2009) compararam animais da raça Canchim alimentados com dietas contendo silagem e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. Observaram melhora na composição em ácidos graxos na carne dos animais alimentados com cana-de-açúcar e girassol, apresentando maiores quantidades de ALC e ácidos graxos polinsaturados.

Diante destas observações, a associação de concentrados compostos com diferentes precursores de ácidos graxos desejáveis à saúde humana, juntamente com a utilização de forragem verde como a cana-de-açúcar, pode proporcionar aos animais em confinamento uma condição favorável para a síntese de ALC e outros ácidos graxos desejáveis, melhorando a composição lipídica da carne desses animais.

4 Ácidos graxos ômega-3 e ômega-6

De acordo com MARTIN et al. (2006), os ácidos graxos das famílias ômega-3 e ômega-6 competem pelas enzimas envolvidas nas reações de dessaturação e alongamento de cadeia, responsáveis pela síntese de ácidos graxos de cadeia muito longa (20 a 24 carbonos), importantes componentes nas funções metabólicas e das estruturas de membrana. Assim, a razão entre a ingestão diária de alimentos que contenham estes ácidos graxos assume grande importância na nutrição humana.

Quando o valor nutricional da gordura do alimento é avaliado, três fatores devem ser considerados de relevada importância: o conteúdo total de lipídio, a relação ácidos graxos insaturados:saturados e a relação ácidos graxos polinsaturados ômega-6:ômega-3 (ENSER et al., 1999).

Segundo SIMOPOULOS (2002), as quantidades excessivas de ômega-6 e uma proporção muito elevada da relação ômega-6:ômega-3, como é encontrado em dietas de países ocidentais, pode promover o aparecimento de muitas doenças, incluindo cardiovasculares, câncer, inflamatórias e auto-imunes, ao passo que o aumento dos níveis de ácidos graxos polinsaturados ômega-3 (uma relação ômega-6:ômega-3 mais baixa) exercem efeitos positivos. Na prevenção secundária de doenças cardiovasculares, uma proporção de 4:1 dessa relação foi associada com a redução de 70% na mortalidade total. Uma proporção de 2,5:1 reduziu a proliferação celular em pacientes com câncer de colo-retal. Uma relação de 2:1 a 3:1 diminuiu a inflamação em pacientes com artrite reumatóide e uma proporção de 5:1 teve um efeito benéfico sobre pacientes com asma, enquanto que uma proporção de 10:1 teve consequências adversas. Estes estudos indicaram que as relações ideais podem variar com a doença em questão.

Na antiguidade, por volta de 10.000 anos atrás, a relação entre os ácidos graxos da série ômega-6 e ômega-3 na dieta humana era de 1:1 a 2:1; atualmente, nas dietas ocidentais, essa relação é de 10 a 25:1. Isto ocorreu, principalmente, pelo aumento na ingestão de óleos e cereais, ricos em ácidos graxos ômega-6 e pela diminuição de alimentos ricos em ômega-3, como os peixes (SIMOPOULOS, 2000).

Os primeiros trabalhos visando o aumento de ácidos graxos de cadeia longa ômega-3 na carne bovina para equilibrar a relação ômega-6:ômega-3, avaliaram a utilização de óleo de peixe na alimentação animal. Estudos posteriores utilizaram algas marinhas como suplemento dietético, por serem as produtoras primárias de ácidos graxos ômega-3, em especial o linolênico (C18:3 c9, c12, c15). Porém esses produtos proporcionaram efeitos negativos com relação ao sabor da carne, o que poderia prejudicar a aceitação pelo consumidor (GIVENS et al., 2006).

Estudos demonstraram que o óleo extraído da semente de linhaça (*Linum usitatissimum*), quando utilizado em dietas para bovinos e ovinos, foi eficiente em aumentar, na carne e na gordura subcutânea, a concentração de ácidos graxos de cadeia longa da série ômega-3 (SCOLLAN et al., 2001; COOPER et al., 2004). A

linhaça possui teores de ácido linolênico que variam de 44,6 a 51,6% do total de ácidos graxos (VISENTAINER et al., 2003).

Neste sentido, os elementos na dieta de bovinos que possam contribuir para a produção de uma carne mais balanceada são de fundamental importância para promover, de forma positiva, a imagem da carne bovina no cenário mundial.

5 Mecanismos de síntese do ácido linoléico conjugado

Recentemente, a extensão dos efeitos positivos à saúde humana associados ao ALC incluem a redução na deposição de gordura corporal, alteração na partição de nutrientes, efeitos antidiabéticos, redução no desenvolvimento de aterosclerose (arteriosclerose desencadeada pela presença de ateromas intravasculares) e melhora da mineralização dos ossos e do sistema imunológico.

O ALC representa uma mistura de isômeros posicionais e geométricos do ácido octadecadienóico ou ácido linoléico (C18:2) com duplas ligações conjugadas (separadas por apenas uma ligação simples entre carbonos). Entre os vários isômeros do ALC destacam-se o C18:2 cis-9, trans-11, mais abundante na natureza, com reconhecida atividade anticarcinogênica e estimulador do sistema imunológico, como já comprovado em diferentes modelos animais, e também o C18: 2 trans-10, cis-12, relacionado ao metabolismo de gorduras. Essas são duas moléculas com pequenas diferenças de posição e geometria de ligação, mas com ações diversas e intensas no metabolismo animal, mesmo em quantidades reduzidas na dieta (0,1 a 1% da matéria seca). Isso ocorre pois estas moléculas interferem em processos básicos do metabolismo, como a inibição de substâncias que agem na região promotora de genes (BAUMAN et al., 1999)

O ALC, encontrado no leite e na carne dos ruminantes, pode ser formado no rúmen pela biohidrogenação incompleta de ácidos graxos polinsaturados da dieta, mas também, endogenamente, através da dessaturação do ácido graxo C18:1 trans-11 por uma enzima conhecida como estearoil-CoA dessaturase ou Delta 9-dessaturase, presente na glândula mamária e no tecido adiposo (BAUMAN et al., 1999). De acordo com RAES et al. (2004) apenas uma pequena quantidade de ALC é formada no rúmen durante a hidrogenação do ácido linoléico, e sua presença em produtos oriundos de ruminantes é principalmente em função da produção endógena

no tecido mamário e adiposo devido a ação da enzima Delta 9-dessaturase, agindo no ácido graxo C18:1 trans-11.

A composição lipídica das forragens consiste em glicolipídios e fosfolipídios, sendo que, os ácidos graxos insaturados predominantes são o linolênico (C18:3) e o linoléico (C18:2). Em alimentos concentrados, compostos por grãos, a composição dos lipídios é predominantemente de triglicerídeos, contendo os ácidos graxos linoléico e oléico (C18:1 cis-9).

Quando consumidos pelos ruminantes, os lipídios dietéticos passam por duas importantes transformações no rúmen (CHURCH, 1988). A transformação inicial é a hidrólise da ligação éster, catalisada pelas lipases microbianas. Este passo inicial é pré-requisito para a segunda transformação, a biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados. Por muitos anos, a única bactéria reconhecidamente capaz de realizar a biohidrogenação era a *Butyrivibrio fibrisolvens*, porém, com o avanço nas pesquisas nesta área, algumas outras bactérias dos gêneros *Ruminococcus* e *Fibrobacter* foram também relacionadas a esta atividade (BAUMAN et al., 1999).

A sequência da biohidrogenação do ácido linoléico, principal via de formação do ALC no rúmen, inicia-se com a isomerização da ligação dupla cis-12. A enzima linoleato isomerase é responsável por formar as ligações duplas conjugadas a partir da estrutura cis-9, cis-12 do ácido linoléico. A isomerização inicial é seguida pela saturação da dupla cis-9 através de uma enzima redutase, resultando no ácido vacênico (C18:1 trans-11), sendo o isômero trans encontrado em maior quantidade. A próxima etapa envolve uma redução subsequente até a formação do ácido esteárico (C18:0). Normalmente, a biohidrogenação ocorre de forma completa, porém alguns produtos intermediários podem atravessar o rúmen e serem utilizados na síntese de lipídios no tecido mamário e adiposo.

6 Composição em ácidos graxos da carne e a saúde humana

Os ácidos graxos estão presentes em todos os seres vivos e desempenham diversas funções nos componentes estruturais das membranas celulares e nos processos metabólicos. Em seres humanos, os ácidos linoléico (C18:2 n6) e alfa linolênico (C18:3 n3) são necessários para manter sob condições normais, as membranas celulares, as funções cerebrais e a transmissão de impulsos nervosos.

Eles ainda participam da transferência do oxigênio atmosférico para o plasma sanguíneo, da síntese de hemoglobina e da divisão celular (MARTIN et al., 2006).

WOOD et al. (2003) relataram que os ácidos graxos também estão envolvidos em vários aspectos “tecnológicos” da qualidade da carne. A variação na composição em ácidos graxos tem importante efeito na firmeza e maciez da gordura na carne, especialmente a subcutânea e a intramuscular. Segundo esses autores, a habilidade dos ácidos graxos insaturados, especialmente aqueles com mais de duas duplas ligações, para a rápida oxidação é de grande importância na vida de prateleira da carne (rancificação e deterioração da cor). De qualquer forma, essa propensão para a oxidação é importante no desenvolvimento do sabor durante o cozimento.

Nos últimos 15 anos, o consumo de carne bovina foi associado a uma grande quantidade de atributos negativos como aumento do índice de colesterol, doenças coronarianas e câncer (SCOLLAN et al., 2006). A premissa de que a gordura é nociva à saúde se baseia no fato de que, principalmente a gordura saturada encontrada na carne e em produtos lácteos, aumenta o colesterol do sangue, que por sua vez aumenta o risco de entupimento das artérias, e pode levar ao desenvolvimento de doenças das coronárias e até à morte.

Na verdade, a carne bovina deve ser considerada um “alimento funcional”, pois fornece nutrientes essenciais como proteínas de alto valor biológico, vitaminas A, B₆, B₁₂, D, E e ainda minerais como o ferro, o zinco e o selênio, com grande biodisponibilidade. De acordo com BAUMAN et al. (1999), existem evidências de que os alimentos contendo um perfil adequado de gorduras podem contribuir na prevenção e inibir o desenvolvimento de algumas doenças.

A gordura intramuscular dos ruminantes possui um alto conteúdo de ácidos graxos saturados e uma baixa relação entre ácidos graxos polinsaturados e ácidos graxos saturados, quando comparada à gordura de não ruminantes (FRENCH et al., 2000). Historicamente, essas características foram associadas ao aumento da concentração de colesterol com lipoproteína de baixa densidade (LDL-colesterol).

De acordo com BESSA (1999), é necessária a introdução e difusão de um critério de agrupamento dos ácidos graxos pelas características funcionais (hipocolesterolêmicos: C18:1 cis-9, C18:2 cis9-12, C18:3 c9-12-15 e AGPI n-3 e n6, neutros: C4:0 a C10:0, C18:0 e C18:1 trans e hipercolesterolêmicos: C12:0, C14:0, C16:0, C14:1 e C16:1) e não apenas pela estrutura da molécula (saturados e

insaturados), que muitas vezes pode acarretar erros na avaliação nutricional dos alimentos. Esta classificação proposta poderia colocar a carne bovina em evidência como um alimento funcional.

Em geral é recomendado que o total de gordura na dieta, os ácidos graxos saturados, os ácidos graxos polinsaturados ômega-6, ômega-3 e ácidos graxos de configuração trans não ultrapassem 30, 10, 8, 2 e 1% do total de energia ingerida, respectivamente (SCOLLAN et al., 2006).

SCOLLAN et al. (2006) relataram que a gordura na carne bovina está presente na forma de gordura subcutânea, gordura intramuscular (dentro das fibras musculares ou células, principalmente na forma de fosfolipídios e alguns triglicerídeos), gordura intermuscular e gordura de marmorização (entre as fibras ou células), composta principalmente de triglicerídeos. De acordo com GILLIS et al. (2004), a quantidade de lipídios depende de fatores como status nutricional, local de deposição, raça e do grau de terminação.

A composição de cada depósito de gordura vai depender da dieta do animal e da necessidade do uso de reservas em cada momento de sua vida. Isso é afetado por alterações nas intensidades das taxas de deposição de gordura que mudam com o tempo, de depósitos de gordura interna (perirenal, omental) para a externa (ENGLE et al., 2000).

A alteração na composição em ácidos graxos dos animais também está relacionada com o aumento no conteúdo de gordura corporal, ou seja, quanto maior a gordura corporal maior a relação entre os ácidos graxos saturados e os ácidos graxos insaturados (MARMER et al., 1984).

FRENCH et al. (2000) observaram que o desenvolvimento das técnicas para aumentar a relação entre ácidos graxos polinsaturados e saturados tornaria a carne bovina mais saudável para o consumidor, pois estes estão cada vez mais atentos às relações entre dieta e saúde, particularmente em relação a doenças como câncer, aterosclerose, obesidade e diabetes. Portanto, o conhecimento desta relação aumentou o interesse dos consumidores em conhecer a qualidade nutricional do alimento (SCOLLAN et al., 2006).

Como os ácidos graxos constituem cerca de 90% dos triglicerídeos e, estes, quase a totalidade dos lipídios do tecido adiposo dos animais, o perfil de ácidos graxos é determinante nas propriedades físicas, químicas e sensoriais dos

alimentos. No que se refere a carne bovina, o perfil de ácidos graxos influencia a palatabilidade, o tempo de prateleira e o valor nutricional.

7 Objetivos

Avaliar o uso de dietas com alta concentração energética, utilizando diferentes fontes de óleo, ricas em ácidos graxos ômega-3 e ômega-6, na alimentação de bovinos Nelore não castrados, terminados em confinamento, quanto a características qualitativas da carne.

Verificar os efeitos do óleo de soja e do óleo de linhaça, protegidos ou não da degradação ruminal, sobre as características qualitativas da carne e sua composição em ácidos graxos, buscando-se um alimento para consumo humano mais saudável e que possa contribuir para uma dieta completa mais equilibrada.

Estudar a influência da cocção sobre a composição química e a composição em ácidos graxos dos cortes do contrafilé e da picanha de tourinhos Nelore terminados em confinamento.

CAPÍTULO 2 – CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA CARNE DE TOURINHOS NELORE ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES FONTES DE ÓLEOS PROTEGIDOS OU NÃO DA DEGRADAÇÃO RUMINAL

RESUMO – O objetivo nesse estudo foi avaliar os aspectos qualitativos da carne do contrafilé (*Longissimus thoracis*) de tourinhos da raça Nelore com idade e peso de 24 meses e 532,17 kg \pm 30,2 kg, respectivamente. Os animais foram confinados por 96 dias, alimentados com dietas que continham 40% na MS de cana-de-açúcar, variedade forrageira (IAC 86-2480) e 60% de concentrados contendo óleo de soja ou linhaça, protegidos ou não da degradação ruminal. Os resultados das variáveis obtidas foram submetidos à análise de variância. Foi adotado um modelo em blocos ao acaso com cinco tratamentos e sete repetições. As médias foram comparadas através de contrastes ortogonais. Para avaliar as características sensoriais da carne, foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. As análises da qualidade da carne não mostraram diferenças significativas para força de cisalhamento (FC), pH, cor da carne, da gordura e perdas no cozimento. A capacidade de retenção de água (CRA) evidenciou diferenças, sendo que, a dieta com óleo de linhaça protegido foi o tratamento que apresentou os maiores valores em relação aos demais (73,67 vs. 70,89%, respectivamente). A avaliação sensorial feita por painel de degustação treinado, mostrou diferenças para as variáveis: aparência, maciez e suculência sendo que as piores notas foram atribuídas à carne dos animais alimentados com o óleo de linhaça protegido e as melhores foram para a carne de animais alimentados com o óleo de soja. A adição na dieta de diferentes óleos, soja ou linhaça, protegidos ou não da degradação ruminal interfere na CRA da carne de bovinos Nelore. Alimentar tourinhos Nelore com dieta contendo óleo de soja *in natura* melhora os aspectos sensoriais do contrafilé, principalmente aparência, maciez e suculência.

Palavras-chave: aparência, cor da carne, força de cisalhamento, perdas no cozimento, sabor da carne

1 Introdução

O investimento necessário para a produção de carne com qualidade diferenciada em relação ao valor obtido na comercialização deste produto, em alguns casos, torna a pecuária de corte uma exploração onde o produtor precisa estar atento a todas as interfaces do processo produtivo. Portanto, somente permanecerão na atividade os pecuaristas que se adequarem a esta nova realidade, produzindo em escala, a custos competitivos e oferecendo um produto com qualidade diferenciada. Deste modo, o uso de estratégias que auxiliem na produção de alimentos de qualidade superior se torna prioridade (ABRAHÃO et al., 2005).

Segundo FERNANDES et al. (2008) o êxito da produção de bovinos caminha para a obtenção de carcaça com melhor qualidade e de carne com características diferenciadas. Nos últimos anos, com a melhoria da condição financeira da população, observou-se mudança nos hábitos dos consumidores e a procura de alimentos de melhor qualidade está maior.

De acordo com FELÍCIO (2004), a carne produzida no ambiente tropical é magra na porção muscular, desprovida de marmoreio, com 2 a 3% de lipídios apenas, mas pode ter um bom acabamento de gordura subcutânea e intermuscular. O diferencial positivo está no sabor, que depende dos hábitos do consumidor, e pode estar também na facilidade para separar fisicamente a gordura, antes ou depois de grelhar a carne. Já o aspecto desfavorável é a ausência de maciez. Esse fato está relacionado à idade elevada de abate, predominância de animais zebuínos, à alta velocidade de resfriamento das carcaças e problemas relacionados ao manejo pré-abate que tornam a carne brasileira escura nas gôndolas do supermercado, e dura no prato do consumidor.

Uma peça fundamental na busca pela melhoria na eficiência, composição das carcaças e em aspectos qualitativos da carne é a utilização de uma dieta adequada. Segundo SILVA et al. (2007), gorduras e óleos têm sido utilizados na alimentação de ruminantes em substituição a altas proporções de grãos, com o intuito de aumentar a densidade energética da dieta, aumentar a eficiência alimentar, além de garantir a ingestão de fibra necessária para o bom funcionamento do rúmen. A importância da gordura na produção de bovinos tende a receber menor ênfase que outros nutrientes

como proteína, fibra, minerais e vitaminas. Além disso, a gordura possui importantes qualidades para as dietas por ser fonte de energia e de ácidos graxos essenciais.

Diante dessas observações, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar as características qualitativas da carne de tourinhos Nelore terminados em confinamento, recebendo dietas contendo diferentes fontes de óleos protegidos ou não da degradação ruminal.

2 Material e Métodos

A terminação dos animais foi realizada nas dependências do módulo de confinamento do Setor de Bovinocultura de Corte pertencente ao Departamento de Zootecnia, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp - Campus de Jaboticabal. Foram utilizados 35 animais não castrados da raça Nelore, com média de $402,7 \pm 14,9$ kg de peso corporal e 18 ± 2 meses de idade. Os animais foram separados em blocos por faixa de peso, sorteados nos tratamentos e, posteriormente, adaptados às instalações, ao manejo e ao consumo das dietas durante 28 dias. Neste período, os animais permaneceram em baias individuais, e foram alimentados diariamente em duas refeições com dieta composta por 50% de concentrado (milho, farelo de soja, polpa cítrica peletizada e núcleo mineral) e 50% de volumoso (cana-de-açúcar, exclusivamente), em proporção da MS.

O período experimental foi composto por 96 dias (dois períodos de 35 e um período de 26 dias), e a dieta foi oferecida em duas refeições, às 8:00 (40% do total da dieta) e às 14:00 (60 % do total da dieta). As dietas experimentais foram formuladas com diferentes fontes lipídicas, além de um tratamento controle, utilizando-se do *software* RLM[®] (ESALQ/USP), sendo as exigências nutricionais estimadas pelo sistema CNCPS (FOX et al., 1992), visando o máximo ganho de peso (Tabela 1), sendo a cana-de-açúcar IAC 86-2480 o volumoso exclusivo.

Tabela 1. Composição percentual da matéria seca (MS) e em ácidos graxos das dietas experimentais oferecidas a tourinhos Nelore terminados em confinamento.

Alimentos	Dietas				
	Controle	Óleo de soja	Óleo de linhaça	Megalac-E [®]	OLiP ²
Cana-de-açúcar	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Milho em grão moído	34,0	29,2	29,2	29,0	29,0
Farelo de soja	12,0	13,0	13,0	13,0	13,0
Polpa de citros	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Uréia	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Óleo de soja	-	3,8	-	-	-
Óleo de linhaça	-	-	3,8	-	-
Megalac-E ^{®1}	-	-	-	4,5	-
OLiP ²	-	-	-	-	4,5
Núcleo mineral ³	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Calcário calcítico	0,5	0,5	0,5	-	-
Características nutricionais ⁴					
MS (%)	47,6	47,6	47,7	46,5	47,7
PB (% da MS)	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
NDT (% da MS)	71,5	76,7	76,7	76,5	76,5
EE (% da MS)	2,4	6,0	6,0	6,0	6,0
EM (MJ/kg MS)	11,5	12,2	12,2	12,2	12,2
Ganho estimado (kg/dia)	1,4	1,6	1,6	1,6	1,6
Ácidos Graxos	Composição em ácidos graxos das dietas experimentais				
C12:0	0,14	0,05	0,06	0,31	0,09
C14:0	0,19	0,12	0,12	0,93	0,26
C16:0	16,44	14,25	13,45	24,88	23,32
C16:1	0,18	0,13	0,15	0,49	0,16
C17:0	0,21	0,14	0,18	0,27	0,29
C17:1	0,30	0,11	0,13	0,10	0,28
C18:0	3,05	3,74	6,13	7,61	10,48
C18:1n9c	30,27	27,14	30,74	23,51	28,48
C18:2n6c	45,45	49,36	26,06	38,04	25,68
C18:3n3	3,78	4,97	22,98	3,86	10,96

¹ Óleo de soja protegido.

² Óleo de linhaça protegido.

³ Composição por kg do produto: fósforo = 40g; cálcio = 146g; sódio = 56g; enxofre = 40g; magnésio = 20g; cobre = 350g; zinco = 1.300mg; manganês = 900mg; ferro = 1.050mg; cobalto = 10mg; iodo = 24mg; selênio = 10mg; flúor = 400mg.

⁴ Características estimadas pelo software RLM[®].

Foram utilizados nas dietas, óleos de origem vegetal, objetivando aumentar a concentração energética sem, no entanto, elevar a proporção do concentrado. Para tanto, foi utilizado o Megalac-E[®], produto comercial, denominado gordura protegida rica em ácidos graxos ômega-3 e ômega-6, produzido a partir do óleo de soja, após passar por um processo de saponificação (sais de cálcio) para proteção dos ácidos graxos polinsaturados de cadeia longa.

Por não existir o óleo de linhaça protegido como produto comercial, foi desenvolvida uma metodologia para sua obtenção, especialmente para este projeto, a partir do óleo de linhaça comercial. O método consistiu em saponificar (hidrólise) o óleo de linhaça com hidróxido de sódio em 65% de etanol, utilizando-se um tambor de plástico, sem aquecimento, com agitação até a produção de glicerol e sabão. Uma vez que a reação de saponificação foi completada, adicionou-se uma solução saturada de cloreto de cálcio para precipitar o sabão. A mistura de água e glicerol foi retirada e o sabão de cálcio foi seco em temperatura ambiente. O produto resultante foi denominado óleo de linhaça protegido (OLip) e apresentou grandes quantidades de ácidos graxos insaturados e a proteção apresentada foi de 85% em pH próximo ao do rúmen (PIZAURO¹, comunicação pessoal). O processo de saponificação da gordura resultou em um produto com grande quantidade de gordura total, com baixo teor de ácidos graxos livres (Tabela 1).

Ao final do período experimental, os animais foram transportados a um frigorífico comercial distante 200 km da FCAV, insensibilizados e a sangria foi efetuada de acordo com os procedimentos usuais do estabelecimento. Todos os procedimentos experimentais foram submetidos à prévia apreciação pela Comissão de Ética e Bem Estar Animal (CEBEA) da FCAV de Jaboticabal e receberam aprovação através do processo nº 021167-07.

Durante o período experimental, os animais alimentados com a dieta controle ingeriram 2,25% de matéria seca (MS) em relação ao peso corporal, já os animais submetidos às dietas que continham óleo apresentaram ingestão média de 2,15% de MS em relação ao peso corporal. As variáveis relativas ao desempenho evidenciaram ganho médio diário (GMD) de 1,17 kg/dia e eficiência alimentar (EA) de 0,11 para a dieta controle, já as dietas que possuíam óleo apresentaram GMD de 1,41 kg/dia e EA de 0,14.

No abate, os animais apresentaram peso médio de 532,17 ± 30,2 kg, rendimento de carcaça médio de 55,32% e espessura de gordura de cobertura uniforme (7,00 mm em média). Imediatamente após os procedimentos de abate, as meias-carcaças foram levadas à câmara frigorífica a temperatura de 0-4° C, onde permaneceram por 24 horas. Das meias-carcaças esquerdas, foram retirados cortes entre a 9^a e a 13^a costelas, trazidos ao Laboratório de Ruminantes da FCAV e armazenados em freezer à -18°C, para posteriores análises.

¹Prof. Dr. João Martins Pizauro Junior – Laboratório de Enzimologia do Departamento de Tecnologia da FCAV/Unesp – Desenvolvimento e produção experimental do óleo de linhaça protegido (Olip).

Anteriormente às análises qualitativas da carne, as peças foram retiradas do freezer e amostradas em bifes de aproximadamente 2,54 cm de espessura, na altura da 11^a e 13^a costelas do músculo *Longissimus thoracis*. Após este procedimento, os bifes foram descongelados em refrigerador. Foi utilizada uma amostra para as análises de pH, cor da carne e da gordura e capacidade de retenção de água (CRA), uma amostra foi utilizada para a força de cisalhamento (FC) e perda de líquido durante o cozimento (PCoz), já para a avaliação sensorial por painel de degustação treinado foram utilizadas duas amostras.

A determinação de pH foi realizada de forma direta com auxílio de peagâmetro digital previamente calibrado conforme descrito por ABULARACH et al. (1998).

As determinações da cor da carne e da gordura foram realizadas como descrito por HOUBEN et al. (2000), utilizando-se um colorímetro portátil (Minolta Chroma CR 300) e avaliando-se a luminosidade (L^* 0 = preto; 100 = branco), a intensidade da cor vermelha (a^*) e a intensidade da cor amarela (b^*). Trinta minutos antes da realização das avaliações, em pontos diferentes da amostra de carne, foi realizado um corte transversal ao músculo, para exposição da mioglobina ao oxigênio, conforme descrito por ABULARACH et al. (1998). A calibração do aparelho foi realizada antes da leitura das amostras com um padrão branco e outro preto.

Após as avaliações de coloração de cada bife, foi retirada uma amostra de aproximadamente 2 g para determinação da CRA, sendo o valor obtido por diferença entre os pesos da amostra antes e depois de submetida à pressão de 10 kg, durante 5 minutos ($CRA = \frac{\text{Peso final da amostra} - \text{Peso inicial da amostra}}{\text{Peso inicial da amostra}} \times 100$), conforme descrito por HAMM (1986).

Para a análise das perdas de água no cozimento, as amostras de carne foram assadas em forno a gás à temperatura de 175° C, até atingirem 70° C no seu centro geométrico. Os pesos dos bifes antes e depois da cocção foram utilizados para os cálculos das perdas totais. Após o resfriamento dos bifes assados, foram retirados seis cilindros, utilizando-se um vazador com 2 cm de diâmetro, para determinar a força necessária para cortar transversalmente cada cilindro em texturômetro (Texture Analyzer TA - XT2i), acoplado à lâmina padrão Warner Bratzler. Foi calculada a média de força de corte dos 6 cilindros para representar a força de

cisalhamento de cada amostra de acordo com metodologia descrita por VAZ & RESTLE (2005).

Para a análise sensorial, dois bifes foram assados em forno à temperatura de 175° C, até o seu centro geométrico atingir 70° C, medido por termômetro digital, que após resfriamento, foram cortados em cubos para serem servidos a um painel de degustadores treinados. Nesse painel, foram avaliados os atributos de aparência, sabor da carne, sabor da gordura, maciez e suculência. As notas variaram de 1 a 9, sendo 1 a desaprovação máxima e 9 a aprovação máxima (MEILGAARD et al., 1991).

Os resultados das variáveis obtidas foram submetidos à análise de variância utilizando o procedimento GLM (SAS, 2001). Foi adotado um modelo em blocos ao acaso com cinco tratamentos e sete repetições. As médias foram comparadas através de contrastes ortogonais. Para avaliar as características sensoriais da carne, foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, conforme descrito por SAMPAIO (2002).

3 Resultados e Discussão

Todas as interações entre fatores de todas as variáveis estudadas, neste estudo, quando significativas ($P < 0,05$), podem ser elucidadas através dos seguintes contrastes: protegido ou não dentro do óleo de soja (Prot. ou não dentro soj.), protegido ou não dentro do óleo de linhaça (Prot. ou não dentro linh.), tipo de óleo dentro de protegido (Óleo dentro de proteção), e tipo de óleo dentro de não protegido (Óleo dentro de não prot). Não foram encontradas diferenças ($P > 0,05$) para as interações e para os contrastes ortogonais avaliados (Tabela 2), exceto para a CRA.

O valor de FC médio encontrado no presente estudo foi de 5,9 kgf/cm², o que classifica a carne como menos macia, sendo que o limite para a carne macia é de 4,5 kgf/cm². A FC entre os tratamentos não apresentou diferença ($P > 0,05$) em função de semelhanças nas dietas, utilização de apenas uma raça e os animais apresentarem acabamento de carcaças uniforme (média de 7 mm) o que evitou problemas relacionados ao encurtamento pelo frio. Portanto, os altos valores para a FC obtidos estão relacionados a raça Nelore, que possui maiores quantidade de

Tabela 2. Força de cisalhamento (FC), pH, luminosidade (L*), intensidade da cor vermelha (a*) e amarela (b*) da carne e da gordura, capacidade de retenção de água (CRA) e perdas no cozimento (PCoz) do contrafilé de tourinhos Nelore alimentados com diferentes fontes de óleos protegidos ou não da degradação ruminal.

Tratamentos	FC kgf/cm ²	pH	Carne			Gordura			CRA %	PCoz
			L*	a*	b*	L*	a*	b*		
Controle	6,329	5,727	38,550	17,293	6,934	77,170	3,935	8,676	71,630	33,860
Óleo de soja	6,086	5,613	38,330	16,959	6,287	79,104	3,342	7,413	70,649	31,062
Megalac-E®	5,493	5,546	38,407	17,566	6,943	78,146	3,487	7,196	71,089	31,385
Óleo de linhaça	6,195	5,667	36,807	15,595	5,275	77,343	3,342	6,740	73,678	32,103
Óleo de linhaça protegido	5,760	5,772	39,505	16,819	6,892	78,390	3,651	7,961	70,198	33,799
Contrastes										
Probabilidades de maior F										
Controle vs. óleo	0,3377	0,3968	0,8303	0,6384	0,5937	0,3271	0,4177	0,1321	0,8357	0,2456
Soja vs. linhaça	0,6481	0,0942	0,8596	0,3243	0,5876	0,4378	0,8222	0,9529	0,2806	0,2071
Protegido vs. não protegido	0,2183	0,8162	0,2543	0,3912	0,2516	0,9634	0,6250	0,5231	0,1295	0,4560
Interação (óleo*proteção)	0,8471	0,2958	0,2808	0,7714	0,6240	0,3078	0,9401	0,3620	0,0543	0,6110
Prot. ou não dentro soy.	0,3075	0,5754	0,9637	0,7018	0,6320	0,4883	0,7588	0,8132	0,7121	0,8477
Prot. ou não dentro linh.	0,4514	0,3841	0,1213	0,4435	0,2454	0,4493	0,6762	0,1953	0,0082	0,3199
Óleo dentro de proteção	0,6419	0,0703	0,3707	0,6382	0,9700	0,8593	0,9117	0,4102	0,4572	0,1626
Óleo dentro de não prot.	0,8496	0,6501	0,5163	0,3943	0,4620	0,2096	0,8242	0,4680	0,0188	0,5380
CV ¹ (%)	18,0268	3,7606	8,2024	16,468	39,5908	3,2609	40,5542	26,948	3,5859	10,8647

¹ CV – coeficiente de variação.

ligações cruzadas de colágeno, além de maior ação de enzimas, como a calpastatina, que inibem o amaciamento da carne.

ABULARACH et al. (1998) também trabalharam com touros da raça Nelore e encontraram valores médios para a FC de 6,7 kgf/cm². Para os autores, a participação crescente de genes de zebu (*Bos taurus indicus*) no genótipo resulta em carne menos macia.

RUBENSAM et al. (1998) comentaram que valores elevados de FC são comuns em animais zebuínos, sendo essa característica possivelmente associada à maior atividade da enzima calpastatina, que possui efeito inibidor sobre as calpaínas, responsáveis pela proteólise *post-mortem* e portanto, pelo amaciamento da carne.

A maciez pode ser explicada pela presença das proteínas do tecido conjuntivo e pelas miofibrilas. As primeiras causam o aumento da dureza, em razão do envelhecimento do animal e das ligações cruzadas de colágeno, o que aumenta a estabilidade e resistência a ataques químicos e térmicos, já as miofibrilas dependem do manuseio da carcaça (PEREIRA, 2002). Segundo CORÓ et al. (1999), animais *Bos taurus indicus* além de possuírem fibras musculares maiores, possuem pontes cruzadas mais evidenciadas em relação a carne de animais de origem europeia, comprometendo a maciez da carne de animais zebuínos.

Não foram encontradas diferenças ($P > 0,05$) para os valores de pH neste estudo (Tabela 2). Todos os valores estão na faixa considerada normal para a espécie bovina (5,4 – 5,8). O pH considerado anormal (acima de 6,0), normalmente são associados a problemas pré-abate, condição sexual e raça dos animais. O valor médio de pH encontrado para os tratamentos foi de 5,66 (Tabela 2).

Durante o embarque, transporte e o manejo no frigorífico, não observou-se eventos que influenciassem negativamente os animais, desta forma, os valores finais de pH da carne permaneceram nas faixas preconizadas. Não eram esperadas diferenças entre os valores de pH para a alimentação oferecida pois como descrito anteriormente, esse atributo é uma característica intrínseca do metabolismo animal, sendo diretamente relacionado ao manejo.

Os valores encontrados no presente experimento foram iguais (pH 5,66) aos encontrados por RIBEIRO et al. (2002), que trabalharam com animais mestiços europeu x zebu, alimentados com dietas com diferentes teores de energia. Já

PEREIRA (2002) trabalhou com novilhos Nelore suplementados com vitamina E, encontrando valores de 5,44 no músculo *Longissimus*.

Segundo RAMOS & GOMIDE (2007), o pH é um fator de grande importância na qualidade e segurança de alimentos, principalmente durante processos como o do *rigor mortis* e da maturação da carne, tendo influência marcante na contração, proteólise e desnaturação protéica, modificando a estrutura e a qualidade da carne. CALKINS & HODGEN (2007) relataram que algumas reações envolvidas na formação do sabor são dependentes do pH, conseqüentemente, a quantidade e qualidade dos compostos aromáticos são diretamente influenciadas por esse atributo; compostos como furanthiols, mercaptos, sulfetos alifáticos e thiopenes são diretamente influenciados quando se observa altos valores finais de pH.

FERNANDES et al. (2009) encontraram altos valores de pH (6,16) para tourinhos Nelore, terminados em confinamento. A explicação sugerida pelos autores esteve relacionada a reatividade dos animais durante o manejo pré-abate. Segundo GREGORY (1998), tourinhos mantidos em confinamento são mais susceptíveis ao estresse do que animais criados extensivamente, sendo que esta condição pode contribuir para que a redução do pH após o resfriamento não seja efetiva. Segundo o autor, animais submetidos a condições de estresse apresentam maior consumo do glicogênio muscular antes do abate e, dessa forma, é menor a produção de ácido láctico pela degradação do glicogênio, responsável pela redução do pH.

SILVA et al. (1999) comentaram que o pH final de uma carcaça é consequência da quantidade de glicogênio dos animais antes do abate. Muitos fatores foram mencionados como influência na diminuição das reservas de glicogênio, tais como: forma de transporte da fazenda ao frigorífico, restrições alimentares, mistura de lotes, condições patológicas e fatores genéticos. Na prática, qualquer situação de estresse que provoque alteração no metabolismo do animal pode provocar diminuição das reservas de glicogênio, ocasionando em alto pH final. GREGORY (1998) comentou que a glicogenólise ou mobilização do glicogênio ocorre em razão do exercício ou esforço físico e pela liberação de adrenalina.

Não foram encontradas diferenças ($P > 0,05$) para a luminosidade (L^*), intensidade da cor vermelha (a^*) e intensidade da cor amarela (b^*) no músculo e na gordura do contrafilé cujos valores médios foram 38,31; 16,84 e 6,46

respectivamente para a carne, e 78,03; 3,55 e 7,59 respectivamente para a gordura (Tabela 2).

Os animais utilizados eram de uma mesma raça, idades próximas, dietas experimentais com características semelhantes e os valores finais de pH da carne normais, portanto não era esperado encontrar diferença significativa para as características relacionadas à cor da carne. COSTA et al. (2002) comentaram que a maior variação da cor da carne em bovinos pode ser explicada, principalmente, por diferenças na idade e na condição sexual.

Os valores encontrados por FERNANDES et al. (2009) para L*, a* e b* da carne (31,31; 12,91 e 3,36) foram menores que os valores encontrados no presente experimento (38,31; 16,84 e 6,46). Os resultados encontrados por FERNANDES et al. (2009) foram relacionados ao alto valor de pH (6,6) obtido naquele estudo.

Conforme descrito por ABULARACH et al. (1998), valores de pH entre 5,4 e 5,6 são considerados normais para a carne bovina e produzem carne com parâmetros de cor normais, enquanto que valores acima de 6,0 produzem carne do tipo DFD (*dry, firm, dark*), o que representa depreciação em seu valor comercial pela rejeição do consumidor devido a sua coloração escurecida, além da perda de sua qualidade.

RAMOS & GOMIDE (2007) relataram que a cor e a aparência são os dois principais atributos da qualidade dos alimentos, sendo critérios muito utilizados para estabelecer limites na avaliação da qualidade da carne e constituem a primeira impressão do consumidor, despertando o desejo ou a rejeição do produto. A coloração da carne é a primeira avaliação que o consumidor realiza no momento da compra. Carne vermelha escura, normalmente, é rejeitada pelo consumidor, que associa por intuição a coloração escura com possível deterioração. Essa avaliação inicial da cor também tem efeito psicológico sobre o indivíduo que adquire a carne e, posteriormente, a consome após assá-la.

Observou-se no presente ensaio que a carne de animais alimentados com óleo de linhaça apresentou o maior valor de CRA ($P < 0,05$) quando comparado às diferentes fontes de óleo e aos tipos de proteção (Tabela 2). Os valores para esta variável nos demais tratamentos estão muito próximos, sendo que, a diferença pode ser atribuída à baixa variação entre os mesmos.

FERNANDES et al. (2009) trabalharam com tourinhos Nelore de idade e padrão genético semelhantes ao deste experimento e encontraram maiores valores para a CRA (73,39 % x 71,44 %), o que pode estar relacionados com os valores mais elevados de pH obtidos por aqueles autores. Segundo LAWRIE (2004), a formação de ácido lático e a consequente queda do pH são responsáveis pela diminuição da capacidade de reter água da carne durante a aplicação de forças, tais como cortes e aquecimento, sendo que, em pH 5,2 a 5,3 (ponto isoelétrico das proteínas musculares, com equilíbrio de cargas positivas e negativas), a carne apresenta menor CRA. Em pH acima de 5,5, existe um excesso de cargas negativas que determinam uma repulsão dos filamentos protéicos, deixando maior espaço para as moléculas de água, e reduzindo assim, a força mecânica para o corte e as perdas durante o cozimento.

Em experimento desenvolvido por FERNANDES et al. (2008), avaliando a qualidade da carne de diferentes condições sexuais da raça Canchim, os autores encontraram valores médios de 72,31%, muito próximos do presente ensaio 71,44%.

A CRA é considerada uma característica muito importante durante o consumo, sendo que valores baixos estão relacionados com menor valor nutritivo, resultando em carne mais seca e com menor maciez e influenciando diretamente nos valores de perda por cozimento. Segundo RAMOS & GOMIDE (2007), a CRA pode ser uma ferramenta na avaliação da qualidade da carne, uma vez que este parâmetro tecnológico varia com o enfoque sensorial ou econômico. Do ponto de vista sensorial, a CRA responde pela impressão inicial e pouco duradoura da suculência das carnes, sendo que, a gordura intramuscular responde por uma percepção mais prolongada da suculência. Do ponto de vista industrial, uma baixa CRA significa perdas econômicas provenientes de gotejamento excessivo durante o armazenamento, transporte e comercialização.

Não foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) para PCoz entre os tratamentos. Entretanto, o valor médio encontrado para esse atributo foi alto (32,48%) o que pode gerar problemas de aceitação do consumidor, após o preparo do corte. FERNANDES et al. (2009) encontraram valor de PCoz de 26,60%, mais baixo que o deste experimento, porém, estes autores tiveram pH da carne elevado, que pode influenciar uma maior PCoz.

A avaliação por painel sensorial treinado mostrou que os animais alimentados com óleo de soja obtiveram melhores notas para as características aparência, maciez e suculência e as piores notas foram atribuídas a animais alimentados com o óleo de linhaça protegido (Tabela 3).

A observação da variável PCoz (Tabela 2.) pode contribuir na elucidação das maiores notas obtidas para o tratamento com óleo de soja *in natura* nas variáveis aparência, maciez e suculência. Provavelmente, os menores valores de PCoz do tratamento com óleo de soja em relação aos demais tratamentos (31,06 vs. 32,78, respectivamente) pode ter sido influenciado pela maior umidade na carne, proporcionando sensação de maior suculência, conseqüentemente melhor aparência e maciez.

Já para o sabor da carne e o sabor da gordura, não foram encontradas diferenças ($P>0,05$), com notas próximas entre os tratamentos. O resultado pode estar relacionado à composição em ácidos graxos das dietas oferecidas e da raça utilizada neste ensaio, já que, todas as dietas possuíam quantidades significativamente grandes do ácido graxo oléico C18:1n9, o principal ácido graxo relacionado ao sabor.

FERNANDES et al. (2008) alimentaram animais Canchim de diferentes condições sexuais com rações contendo cana-de-açúcar e grãos de girassol com notas para sabor da carne, aparência e maciez (7,17; 7,14; e 7,00 respectivamente) próximas às notas deste experimento (Tabela 3).

Tabela 3. Avaliação sensorial da carne do contrafilé de tourinhos Nelore alimentados com diferentes fontes de óleos protegidos ou não da degradação ruminal, e terminados em confinamento.

Variáveis ¹	Tratamentos ²					Valor de P
	C	OS	M	OL	OliP	
Aparência	5,448	8,188	5,024	5,776	3,666	<0,0001
Sabor carne	6,877	7,588	7,735	7,907	7,799	0,3439
Sabor gordura	6,447	5,225	5,818	5,975	5,872	0,5062
Maciez	6,736	7,686	7,309	6,710	4,362	0,0035
Suculência	6,538	8,081	5,951	6,035	5,062	0,0028

¹ Notas atribuídas por painel de degustação; 9 – aprovação máxima; 1 – desaprovação máxima.

² Tratamentos: C – Controle; OS – Óleo de Soja; M – Megalac-E®; OL – Óleo de linhaça; OliP – Óleo de linhaça protegido.

RAES et al. (2004) avaliaram as características sensoriais da carne de touros alimentados com diferentes concentrações de grãos de linhaça com silagem de capim ou forragem fresca e encontraram menor aceitação para o sabor da carne de animais terminados apenas com grãos de linhaça.

O sabor das carnes vermelhas, segundo SCOLLAN et al. (2006), é derivado da reação de Maillard entre aminoácidos e açúcares redutores e também da degradação lipídica pelo efeito do aquecimento. Assim, as alterações na composição em ácidos graxos podem alterar a quantidade e tipos de compostos voláteis produzidos durante o preparo da carne, modificando o aroma e o sabor.

CALKINS & HODGEN (2007) comentaram que existem mais de 100 compostos na carne que contribuem para o sabor e o aroma. Muitos são modificados devido ao armazenamento e ao cozimento, transformando o sabor da carne em assunto muito complexo.

4 Conclusões

Para o presente estudo, a utilização de diferentes fontes de óleos, soja ou linhaça, protegidos ou não da degradação ruminal em dietas para tourinhos Nelore influenciaram apenas na CRA da carne, as demais características não sofrem modificações.

Acrescentar óleo de soja *in natura* em dietas para tourinhos Nelore proporciona carne com melhor aparência, maciez e suculência na avaliação sensorial.

CAPÍTULO 3 – TEORES DE COLESTEROL, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E EM ÁCIDOS GRAXOS DO CONTRAFILÉ (*Longissimus thoracis*) E DA PICANHA (*Biceps femoris*) DE TOURINHOS NELORE TERMINADOS COM DIFERENTES FONTES DE ÓLEOS PROTEGIDOS OU NÃO DA DEGRADAÇÃO RUMINAL

RESUMO – Objetivou-se neste experimento avaliar os teores de colesterol, a composição química e de ácidos graxos da carne do contrafilé e da picanha de 35 tourinhos da raça Nelore abatidos com peso de 532,17 kg \pm 30,2 kg e 24 meses de idade. Os animais foram confinados durante 96 dias e alimentados com uma dieta controle sem a adição de óleo e outras quatro dietas contendo diferentes fontes de óleos (soja ou linhaça) protegidos ou não da degradação ruminal. Os resultados das variáveis obtidas foram submetidos à análise de variância. Foi adotado um modelo em blocos ao acaso com cinco tratamentos e sete repetições sendo as médias comparadas através de contrastes ortogonais. No contrafilé foram encontradas diferenças para o colesterol, tendo sido obtidos valores menores dessa variável para a carne de animais alimentados com óleo de soja em relação aos demais óleos. Observou-se menores valores para o óleo de soja protegido (29,40 vs. 31,16 mg/100g, respectivamente) e o contrário ocorreu para o tratamento linhaça, onde observou-se menores valores para o óleo protegido. Não foram encontradas diferenças para os teores das características de umidade, proteína e minerais, porém, a carne do contrafilé de animais alimentados com óleo de linhaça apresentou menores valores de extrato etéreo em comparação ao óleo de linhaça protegido (2,12 vs. 3,41%, respectivamente). Na picanha observou-se diferenças para o colesterol, com os menores valores para o óleo de linhaça em comparação com o óleo de soja e estes, possuindo menores concentrações que seus respectivos óleos protegidos. As dietas proporcionaram diferenças para a composição em ácidos graxos de ambos os músculos ressaltando-se principalmente os ácidos graxos de cadeia longa como o linoléico (C18:2 n6), ácido linoléico conjugado (C18:2 c9 t11) e o linolênico (C18:3n3). A utilização de óleo de linhaça, independentemente da proteção, melhora a composição em ácidos graxos da carne, aumentando a quantidade de ácidos graxos ômega-3 e melhorando a relação entre os ácidos graxos ômega-6:ômega-3. O óleo de soja *in natura* é a melhor opção para produzir carne com maiores teores de ALC. Acrescentar óleos em dietas para tourinhos

proporciona diminuição nas concentrações de ácidos graxos hipercolesterolêmicos, no contrafilé e da picanha.

Palavras-chave: Ácido linoléico conjugado, colesterol, extrato etéreo, proteína

1 Introdução

Os estudos na área da ciência da carne avançam no sentido do desenvolvimento de alimentos que possuam qualidade e características que beneficiem a saúde humana. Para MIR et al. (2003) a carne bovina pode ser considerada como alimento “funcional” por proporcionar proteínas de boa qualidade, vitaminas do complexo B, além de minerais com grande biodisponibilidade. Porém, observou-se nas últimas décadas propagandas negativas quanto a composição das gorduras dos ruminantes, principalmente em razão do seu alto grau de saturação, sendo desaconselhada sua ingestão por muitas entidades (BESSA, 1999).

Segundo TAUBES (2001), a premissa de que a gordura é nociva à saúde baseia-se no fato de que principalmente a gordura saturada encontrada na carne e em produtos lácteos, aumenta o colesterol do sangue, que por sua vez aumenta o risco de obstrução das artérias e pode levar ao desenvolvimento de doenças das coronárias e até a morte. Portanto, fatores positivos que revalorizem a gordura dos ruminantes são bem-vindos (BESSA, 1999).

Ácidos graxos das séries ômega-3 e ômega-6 são encontrados em alimentos originados de ruminantes e de acordo com MARTIN et al. (2006), em humanos, estes ácidos graxos são necessários para manter sob condições normais, as membranas celulares, as funções cerebrais e a transmissão de impulsos nervosos.

Outro importante ponto a ser considerado envolvendo a composição em ácidos graxos na carne dos bovinos, é a presença do ácido linoléico conjugado (ALC) (FERNANDES et al., 2009). Segundo BAUMAN et al. (1999), alimentos derivados de ruminantes sempre contém micro componentes que proporcionam efeitos positivos na prevenção de doenças e na saúde humana. O ALC pode representar um micro componente muito importante, entre suas funções pode-se citar: redução na deposição de gordura corporal, alteração da partição de nutrientes, efeitos antidiabetogênicos, redução no desenvolvimento de aterosclerose, melhoria na mineralização óssea e modulação do sistema imunológico.

Atualmente, observa-se muitas pesquisas objetivando o aumento de ácidos graxos ômega-3, para proporcionar uma melhora na relação ômega-3:ômega-6 o que implicaria em menores riscos de doenças cardiovasculares, quando esta relação está balanceada, ou seja, valores inferiores a 4 (SIMOPOULOS, 2002). Segundo

MARTIN et al. (2006), as relações mais elevadas podem contribuir para o desenvolvimento de doenças inflamatórias e cardiovasculares.

A alimentação oferecida aos animais pode contribuir para que existam melhorias significativas na composição em ácidos graxos de seus produtos, com a substituição de ácidos graxos saturados por insaturados ou polinsaturados (SARRIÉS et al., 2009). Muitos estudos (SCOLLAN et al., 200; MIR et al., 2003; FERNANDES et al., 2009) demonstraram que animais alimentados com forragens frescas e concentrados contendo diferentes fontes de ácidos graxos ômega-3 e ômega-6, podem contribuir para que a carne apresente uma composição em ácidos graxos mais equilibrada.

Os primeiros trabalhos visando o aumento de ácidos graxos de cadeia longa ômega-3 na carne bovina para equilibrar a relação ômega-6: ômega-3, avaliaram a utilização de óleo de peixe como suplemento lipídico na alimentação dos animais. Estudos posteriores utilizaram algas marinhas como suplemento dietético, por serem as produtoras primárias de ácidos graxos ômega-3, em especial o linolênico (C18:3 c9, c12, c15). Porém esses produtos proporcionaram efeitos negativos com relação ao sabor da carne, o que prejudicaria a aceitação pelo consumidor (GIVENS et al., 2006).

As particularidades da composição em ácidos graxos das gorduras de ruminantes resultam do extenso metabolismo lipídico microbiano no retículo-rúmen, com a biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados da dieta e a síntese de ácidos graxos microbianos. É a biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos polinsaturados que dificulta a manipulação da composição em ácidos graxos dos tecidos de ruminantes (BESSA et al., 1999).

Nesse sentido, esse trabalho teve com objetivo, avaliar o efeito de diferentes fontes de óleos, ricas em ácidos graxos das séries ômega-6 e ômega-3, protegidos ou não da degradação ruminal, no teor de colesterol, na composição química e de ácidos graxos da carne de tourinhos Nelore terminados em confinamento.

2 Material e Métodos

Trinta e cinco tourinhos da raça Nelore, com 402,69 kg \pm 19,40 kg de peso e 18 \pm 2 meses de idade, foram terminados nas dependências do módulo de

confinamento do Setor de Bovinocultura de Corte do Departamento de Zootecnia, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp campus de Jaboticabal.

Os animais foram sorteados nos tratamentos e, posteriormente, adaptados às instalações, ao manejo e ao consumo das dietas durante 28 dias. Foram formuladas cinco dietas, quatro com diferentes fontes lipídicas (óleo de soja ou óleo de linhaça, protegidos ou não da degradação ruminal), e um tratamento controle, através do *software* RLM[®] (ESALQ/USP), sendo as exigências nutricionais estimadas pelo sistema CNCPS (FOX et al. 1992), visando o máximo ganho de peso (Tabela 1). As dietas experimentais também foram analisadas quanto a composição em ácidos graxos para comparações com a carne e a gordura (Tabela 1).

Utilizou-se como volumoso exclusivo a cana-de-açúcar variedade forrageira IAC 86-2480, por possuir produtividade de aproximadamente 100 t/ha, apresentar baixo índice de tombamento, menor teor de fibra e maior digestibilidade na matéria seca, sendo por isso, uma das mais indicadas para alimentação animal (LANDELL et al., 2002). A cana-de-açúcar foi colhida diariamente e picada com 2 cm de tamanho de partícula diariamente com o auxílio de uma colhedora de forragens, imediatamente antes do fornecimento aos animais.

Por não existir o óleo de linhaça protegido como produto comercial, foi desenvolvida uma metodologia para sua obtenção especialmente para o projeto, a partir do óleo de linhaça comercial. Para tanto, os ácidos graxos de cadeia longa liberados pela hidrólise dos triglicerídeos, foram convertidos em carboxilato de cálcio (sabão de cálcio), resultando em um produto altamente estável em água, temperatura e podendo ser digerido no organismo animal somente em meio ácido que foi denominado de óleo de linhaça protegido (OLip) (PIZAURO¹, comunicação pessoal). O processo de saponificação da gordura resultou em um produto com grande quantidade de gordura total, com baixo teor de ácidos graxos livres (Tabela 1).

¹Prof. Dr. João Martins Pizauro Junior – Laboratório de Enzimologia do Departamento de Tecnologia da FCAV/Unesp – Desenvolvimento e produção experimental do óleo de linha protegido (Olip).

Tabela 1. Composição percentual da matéria seca (MS) e em ácidos graxos das dietas experimentais oferecidas a tourinhos Nelore terminados em confinamento.

Alimentos	Dietas				
	Controle	Óleo de Soja	Óleo de Linhaça	Megalac-E®	OLiP ²
Cana-de-açúcar	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Milho em grão moído	34,0	29,2	29,2	29,0	29,0
Farelo de soja	12,0	13,0	13,0	13,0	13,0
Polpa de citros	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Uréia	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Óleo de soja	-	3,8	-	-	-
Óleo de linhaça	-	-	3,8	-	-
Megalac-E® ¹	-	-	-	4,5	-
OLiP ²	-	-	-	-	4,5
Núcleo mineral ³	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Calcário calcítico	0,5	0,5	0,5	-	-
Fração nutritiva	Características nutricionais ⁴				
MS (%)	47,6	47,6	47,7	46,5	47,7
PB (% da MS)	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
NDT (% da MS)	71,5	76,7	76,7	76,5	76,5
EE (% da MS)	2,4	6,0	6,0	6,0	6,0
EM (MJ/kg MS)	11,5	12,2	12,2	12,2	12,2
Ganho estimado (kg/dia)	1,4	1,6	1,6	1,6	1,6
Ácido graxo (%)	Composição em ácidos graxos das dietas experimentais				
C12:0	0,14	0,05	0,06	0,31	0,09
C14:0	0,19	0,12	0,12	0,93	0,26
C16:0	16,44	14,25	13,45	24,88	23,32
C16:1	0,18	0,13	0,15	0,49	0,16
C17:0	0,21	0,14	0,18	0,27	0,29
C17:1	0,30	0,11	0,13	0,10	0,28
C18:0	3,05	3,74	6,13	7,61	10,48
C18:1n9c	30,27	27,14	30,74	23,51	28,48
C18:2n6c	45,45	49,36	26,06	38,04	25,68
C18:3n3	3,78	4,97	22,98	3,86	10,96

¹ Óleo de soja protegido.

² Óleo de linhaça protegido.

³ Composição por kg do produto: fósforo = 40 g; cálcio = 146 g; sódio = 56 g; enxofre = 40 g; magnésio = 20 g; cobre = 350 g; zinco = 1.300 mg; manganês = 900 mg; ferro = 1.050 mg; cobalto = 10 mg; iodo = 24 mg; selênio = 10 mg; flúor = 400 mg.

⁴ Características nutricionais estimadas pelo software RLM®.

Ao final de 96 dias de confinamento os animais foram enviados a um frigorífico comercial distante 200 km do local da engorda, insensibilizados e efetuada a sangria de acordo com os procedimentos usuais do estabelecimento. Os animais

foram abatidos com peso médio de 532,17 kg \pm 30,25 kg e 24 meses de idade, rendimento de carcaça médio de 55,32% e espessura de gordura de cobertura média de 7,00 mm. Imediatamente após o abate, as meias-carcaças foram levadas à câmara frigorífica a 4° C, onde permaneceram por 24 horas. Decorrido este tempo, das meias-carcaças esquerdas, foi retirado um corte da 11^a até 13^a costelas, e trazidas ao laboratório para as análises químicas, de colesterol e ácidos graxos.

Todos os procedimentos experimentais foram submetidos à apreciação da Comissão de Ética e Bem Estar Animal (CEBEA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal e receberam aprovação através do processo n° 021167-07.

As análises químicas do contrafilé e da picanha *in natura* (umidade, proteína bruta, extrato etéreo e minerais) foram realizadas segundo metodologia da AOAC (1995). As análises referentes ao colesterol foram realizadas por colorimetria, segundo BRAGAGNOLO & RODRIGUEZ-AMAYA (1995). Os lipídios totais foram medidos, extraíndo-os de amostras de aproximadamente 10 g do contrafilé com 200 mL de clorofórmio:metanol (2:1). Do extrato, foram tomados 5 mL e secos sob N₂ onde posteriormente foram adicionados 10 mL de KOH 12% em etanol 90%. A solução foi colocada em banho-maria a 80° C, com agitação por 15 minutos. Ao final desse processo, foram adicionados 5 mL de água e, após o resfriamento, foram adicionados 10 mL de hexano, com agitação em vórtex. Após a separação das fases, foram tomados 10 mL de hexano e secos sob N₂. Finalmente, foram adicionados 6 mL de ácido acético saturado com sulfato ferroso e 10 mL de ácido sulfúrico concentrado. Após o resfriamento, foi realizada a leitura em espectrofotometro com leitura visível a 538 nm.

Para determinação da composição em ácidos graxos das amostras de carne *in natura* do contrafilé (*Longissimus thoracis*) e da picanha (*Biceps femoris*) foram retiradas amostras da seção transversal dos músculos, que foram liofilizadas e posteriormente moídas com nitrogênio líquido, para posterior extração dos lipídios e metilação dos ácidos graxos. A matéria graxa foi extraída com mistura de clorofórmio-metanol, segundo BLIGH & DYER (1959), com as modificações apresentadas por TULLIO (2004). Cerca de 3 g de amostra liofilizada foram transferidas para erlenmeyer de 125 mL, em que foram adicionados 10 mL de clorofórmio, 20 mL de metanol e 8 mL de água destilada; os frascos foram agitados

por 30 minutos em mesa agitadora. Após agitação, foram adicionados 10 mL de clorofórmio e 10 mL de sulfato de sódio a 1,5%, e os frascos foram agitados novamente por 2 minutos em mesa agitadora. O material foi filtrado em papel filtro quantitativo, para tubo falcon de 50 mL. Após a separação das camadas, a superior, metanólica, foi descartada. Do filtrado restante, 10 mL foram transferidos para béquer de 50 mL, previamente tarado. O béquer foi levado para estufa de circulação de ar forçada, a 55° C, para evaporação do solvente, por 24 h e depois foi esfriado em dessecador e pesado. Pela diferença dos pesos do béquer, foi calculado o teor de lipídios da amostra.

Para a transesterificação dos triglicerídeos, aproximadamente 50 mg da matéria lipídica extraída foi transferida para tubo falcon de 15 mL, em que foram adicionados 2 mL de n-heptano. A mistura foi agitada até a completa dissolução da matéria graxa e, então, 2 mL de KOH 2 mol/L em metanol foram adicionados; essa mistura foi agitada por aproximadamente 5 minutos. Após a separação das fases, 1 mL da fase superior (heptano e ésteres metílicos de ácidos graxos) foram transferidos para frascos *ependorf* de 1,5 mL. Os frascos foram hermeticamente fechados, protegidos da luz e armazenados em congelador a - 18° C, para posterior análises cromatográficas.

As determinações qualitativas dos ácidos graxos foram realizadas por cromatografia gasosa em cromatógrafo (CG-14B, Shimadzu) com detector de ionização de chama (FID), utilizando coluna capilar de sílica fundida (ÔMEGAWAX250) de 30 m de comprimento, diâmetro de 0,25 mm e 0,25 µm de espessura do filme (Supelco SP-24136). O gás de arraste utilizado foi o hélio, com fluxo ajustado a 1 mL/min. Foi injetado 1 µL de amostra em modo “split”, com razão de divisão 1/100 e temperatura de 250° C. A temperatura do forno foi programada para iniciar em 100° C, permanecendo assim durante 2 minutos, foi então elevada a 220° C a 4° C/minuto, por 25 minutos e a temperatura do detector foi de 280° C. A identificação dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi feita por comparação com os tempos de retenção e as concentrações dos ácidos graxos do padrão de ésteres metílicos de ácidos graxos.

Neste experimento também foi realizada a avaliação dos ácidos graxos quanto a sua funcionalidade (Hipercolesterolêmicos – Hiper, Hipocolesterolêmicos –

Hipo e Neutros) através de classificação preconizada por BESSA (1999). As equações são apresentadas a seguir:

Hipercolesterolêmicos = C12:0+C14:0+ C14:1+ C16:0+C16:1;

Hipocolesterolêmicos=C18:1n7+C18:1n9+C18:2n6+C18:3n3+C18:3n6+C20:3n3+ C20:3n6+C20:5n3;

Neutros = C10:0+C18:0.

Os resultados das variáveis obtidas foram submetidos à análise de variância utilizando o procedimento GLM (SAS, 2001). Foi adotado um delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos e sete repetições. As médias foram comparadas através de contrastes ortogonais, considerando o nível de significância de 5% de probabilidade, quando o teste F foi significativo para as variáveis.

3 Resultados e Discussão

As interações significativas ($P < 0,05$) entre as fontes de óleo e o tipo de proteção (Interação óleo*proteção) podem ser desdobradas e esclarecidas pelos seguintes contrastes: protegido ou não protegido dentro de óleo de soja (Prot. ou não dentro soj.), protegido ou não protegido dentro de óleo de linhaça (Prot. ou não dentro linh.), tipo de óleo dentro de protegido (Óleo dentro de proteção) e tipo de óleo dentro de não protegido (Óleo dentro de não prot.).

Foram observadas interações ($P < 0,05$) para os teores de colesterol entre a fonte de óleo e o tipo de proteção no contrafilé (Tabela 2). Para os resultados referentes a este, observou-se que a carne de animais alimentados com o óleo de soja possuiu menores ($P < 0,05$) teores de colesterol que o mesmo óleo protegido da degradação ruminal. A avaliação do tratamento com linhaça evidenciou menores ($P < 0,05$) teores de colesterol para o óleo com proteção do que para o mesmo óleo não protegido.

Com relação aos dados referentes ao teor de colesterol da picanha (Tabela 2.) foram obtidos menores valores ($P < 0,05$) para a carne de animais alimentados com dieta que continha óleo de linhaça *in natura*, enquanto que a avaliação entre o tipo de proteção evidenciou maiores teores ($P < 0,05$) de colesterol para a carne de animais que se alimentaram de óleos protegidos.

Os valores de colesterol, do contrafilé e da picanha encontrados neste experimento (31,17 e 41,21 mg/100g, respectivamente) foram menores de que os valores de colesterol (58,3 a 83,4 mg/100 g) considerados normais nos diferentes cortes bovinos segundo WERDI PRATIWI et al. (2006).

Os resultados obtidos mostraram que, para este experimento, as dietas compostas por diferentes fontes e tipos de óleo ricos em ácidos graxos polinsaturados e a utilização de animais zebuínos jovens, não castrados, interferiram na redução da quantidade de colesterol produzida pelo organismo animal, resultando em menores teores na carne. Provavelmente, animais não castrados e jovens estejam, nesta fase de seu desenvolvimento, utilizando parte do colesterol na produção de hormônios e tecidos, já que, este é um importante precursor destes elementos.

GRUNDY & DENKE (1990) demonstraram a influência da alimentação sobre a quantidade de lipídios e das lipoproteínas no organismo animal. Os autores relataram que a alimentação com grandes quantidades de ácidos graxos saturados, principalmente o palmítico (C16:0) e o mirístico (C14:0), influenciam diretamente no aumento total de colesterol. Já os polinsaturados, como o linoléico (C18:2 n6), possuem funções que auxiliam na diminuição do teor total de colesterol do organismo, principalmente o LDL-colesterol (lipoproteína de baixa densidade), o pior tipo de colesterol. Segundo os mesmos autores, o ácido linoléico possuiu habilidade única de reduzir a concentração de LDL-colesterol, muito semelhante a medicamentos hipocolesterolêmicos.

SPRITZ & MISHKEL (1969) postularam uma explicação para a diminuição do colesterol em virtude de uma alimentação rica em ácidos graxos polinsaturados. Segundo esses autores, os lipídios séricos quando enriquecidos com ácidos graxos polinsaturados, ocupam mais espaço dentro das partículas de lipoproteínas, conseqüentemente, menores quantidades de moléculas de éster-colesterol serão encontradas no interior das lipoproteínas de baixa densidade (LDL), portanto, não se reduziria os teores de LDL e sim os teores de colesterol em cada partícula de LDL.

Tabela 2. Teor de colesterol (Col), umidade (Um), proteína (Prot), extrato etéreo (EE) e minerais (Min) do contrafilé (*Longissimus thoracis*) e da picanha (*Biceps femoris*) de tourinhos Nelore alimentados com diferentes fontes de óleos protegidos ou não da degradação ruminal.

Tratamentos	Contrafilé					Picanha				
	Col	Um	Prot	EE	Min	Col	Um	Prot	EE	Min
	mg/100g					mg/100g				
Controle	31,332	65,242	32,321	3,247	1,614	41,860	65,362	29,292	5,384	1,487
Óleo de soja	29,404	64,999	32,949	3,181	1,592	39,964	64,279	30,075	4,940	1,477
Megalac-E®	31,168	64,676	32,441	3,159	1,558	47,640	64,581	30,385	5,408	1,391
Óleo de linhaça	31,994	64,517	34,011	2,126	1,595	33,991	64,353	30,169	5,430	1,537
Óleo de linhaça protegido	30,764	65,102	31,929	3,413	1,600	41,429	64,887	28,990	5,378	1,416
Contrastes										
Probabilidades de maior F										
Controle vs. Óleo	0,269	0,764	0,094	0,513	0,603	0,224	0,312	0,516	0,918	0,419
Soja vs. Linhaça	0,010	0,982	0,822	0,293	0,634	<0,0001	0,795	0,442	0,781	0,225
Protegido vs. Não protegido	0,5064	0,916	0,296	0,103	0,758	<0,0001	0,570	0,606	0,802	0,005
Interação (óleo*proteção)	0,0009	0,716	0,522	0,092	0,687	0,881	0,874	0,380	0,753	0,614
Prot. ou não dentro soj.	0,0001	0,858	0,271	0,962	0,640	<0,0001	0,765	0,774	0,630	0,093
Prot. ou não dentro linh.	0,003	0,746	0,785	0,012	0,950	<0,0001	0,598	0,282	0,956	0,022
Óleo dentro de proteção	0,283	0,813	0,783	0,590	0,563	<0,0001	0,762	0,206	0,975	0,609
Óleo dentro de não prot.	<0,001	0,789	0,569	0,034	0,9609	<0,0001	0,941	0,930	0,614	0,230
CV ¹ (%)	3,38	5,03	9,80	32,64	7,82	5,11	2,96	7,40	40,86	6,18

¹ CV – Coeficiente de variação.

MOREIRA et al. (2003) encontraram teores de colesterol próximos (37,46 mg/100 g) aos do presente ensaio quando avaliaram animais mestiços *Bos taurus indicus* ou *Bos taurus taurus* terminados em sistema de pastagem (milheto - *Pennisetum americanum* L ou grama estrela - *Cynodon plectostachyus* Pilger), com suplementação protéica ou não, durante o período de águas. Já RULE et al. (2002) avaliaram a concentração de colesterol do músculo *Longissimus* de bovinos machos cruzados com aproximadamente 18 meses, terminados em confinamento e alimentados com dieta que possuía alto teor de energia a base de milho, encontrando valores médios de 52,7 mg/100 g de colesterol, concentração aproximadamente 50% maior que no presente estudo.

Segundo STROMER et al. (1966), o colesterol está em concentrações diferentes nos tecidos que compõem a carcaça. Esses autores classificaram carcaças quanto ao grau de marmoreio e verificaram que carnes com alto grau de gordura intramuscular não apresentaram maiores teores de colesterol que carnes de carcaças com deposição de gordura de marmoreio deficiente; concluíram ainda que o conteúdo de colesterol nos lipídios totais do músculo é maior que nos lipídios da gordura de cobertura, sugerindo que a maior parte do colesterol da carne está nas membranas celulares e estruturas intracelulares, e não da gordura de marmoreio. Entretanto, o presente estudo mostrou que as diferenças entre os óleos que compunham as dietas, influenciaram o teor de colesterol presente na carne, já que, em todos os tratamentos foram utilizados animais Nelore.

Neste sentido, RULE et al. (1997) comentaram que o colesterol está associado principalmente a membranas celulares e que a distribuição do colesterol na membrana é termodinamicamente mais favorável quando está associado com a fosfatidil colina do que com outros fosfolipídios como o fosfatidil etanolamina. Além disso, o colesterol tem funções importantes como aumentar a solubilidade de membranas celulares que possuem grandes proporções de ácidos graxos saturados. Como exemplos, os autores citaram que as membranas dos eritrócito e da mielina contêm grandes concentrações de colesterol e menores quantidades de ácidos graxos insaturados, em contrapartida, membranas com maior atividade metabólica possuem maiores quantidades de ácidos graxos insaturados e menores teores de colesterol.

De acordo com COSTA et al. (2002), o consumo de colesterol, aliado a condições de desequilíbrio hormonal, estresse e outros fatores pré-condicionantes, está relacionado à ocorrência de doenças em seres humanos, como a formação de cálculos biliares e insuficiência cardíaca. Portanto, o conhecimento do teor deste componente da dieta torna-se importante, face à dificuldade de excreção e aos problemas de saúde que podem ser originados pelo acúmulo desta substância nos tecidos humanos. Avaliando os teores de colesterol do *Longissimus* de animais Angus abatidos em quatro diferentes estágios de maturidade, os mesmos autores não encontraram diferenças para os pesos de abate, sendo que foi encontrado um teor médio de colesterol de 43,07 mg/100 g, concentração superior ao presente estudo.

Para os teores de umidade, minerais, extrato etéreo e proteína no contrafilé, não foram encontradas diferenças significativas (Tabela 2). Os resultados encontrados estavam dentro do previsto em função do material utilizado possuem características muito semelhantes. O teor de extrato etéreo determinado foi superior ao encontrado por SAMPAIO et al. (2008) de 2,2%, também trabalhando com bovinos Nelore, provavelmente decorrente da maior concentração energética da dieta utilizada no presente trabalho.

Segundo LAWRIE (2004), o teor de extrato etéreo é o que mais varia na carne e, uma vez aumentada sua concentração, ocorre diminuição nas proporções de umidade, proteína e minerais. Esse mesmo autor afirmou que a carne bovina possui quase todos os minerais importantes para a nutrição humana e, em termos quantitativos, o fósforo e o potássio são predominantes, seguidos pelo sódio e magnésio. O ferro presente na carne bovina é absorvido de três a cinco vezes mais rapidamente que a mesma substância de origem vegetal.

Para a composição química da picanha, não foram encontradas diferenças significativas para os teores de umidade, proteína e extrato etéreo, porém, houve significância para o contraste protegido x não protegido no teor de minerais (Tabela 2). O processamento dos óleos para proteção da degradação ruminal determinou uma menor concentração de minerais na picanha. Como a porcentagem dessa fração é muito pequena na carne, pequenas diferenças numéricas podem significar diferenças estatísticas, fato que pode ter ocorrido no presente trabalho.

ABRAHÃO et al. (2005) estudaram o efeito da substituição do milho pelo resíduo úmido da extração da fécula de mandioca (0, 25, 50, 75, 100% de substituição na matéria seca) nas características químicas da carne de animais cruzados, e não encontraram diferenças para as variáveis minerais, proteína e extrato etéreo sendo os resultados deste estudo semelhantes aos do presente trabalho. Porém foram encontradas diferenças para a quantidade de umidade das amostras de carne, os autores alegaram que a diferença entre os tratamentos foi muito pequena e não deve ter ocorrido em decorrência dos tratamentos utilizados, mas sim por algum problema de armazenamento que possa ter influenciado as amostras anteriormente.

CERVIERI et al. (2001), ao estudarem a composição química do músculo *Longissimus* de bezerras com oito meses de idade e alimentados com diferentes teores de proteína degradável no rúmen, também não encontraram diferenças entre as variáveis umidade, minerais e extrato etéreo.

Entretanto, diferenças foram observadas por VAZ et al. (2001) quando avaliaram a carne de animais cruzados castrados e não castrados, os resultados mostraram que animais não castrados possuíam maiores valores de umidade (70,78% e 71,94%, respectivamente) e menores valores de extrato etéreo (2,88% e 1,73% respectivamente). Os autores comentaram que os resultados da variável extrato etéreo estavam ligados à quantidade de marmoreio apresentado pelos animais castrados que era superior aos animais não castrados.

As dietas oferecidas, com a adição de diferentes fontes de óleos protegidos ou não, provocaram mudanças ($P < 0,05$) na composição em ácidos graxos do corte do contrafilé e do corte da picanha dos animais (Tabela 3 e 4, respectivamente). Interações significativas ($P < 0,05$) também foram encontradas para alguns ácidos graxos, nos dois cortes. Como comentado anteriormente, todas as interações poderão ser desdobradas através dos contrastes: protegido ou não protegido dentro de óleo de soja (Prot. ou não dentro soj.), protegido ou não protegido dentro de óleo de linhaça (Prot. ou não dentro linh.), tipo de óleo dentro de protegido (Óleo dentro de proteção) e tipo de óleo dentro de não protegido (Óleo dentro de não prot.)

Para o corte do contrafilé (Tabela 3) a adição de óleos na dieta, independentemente do tipo e da proteção, diminuiu ($P < 0,05$) os teores dos ácidos graxos saturados pentadecanóico (C15:0), palmítico (C16:0) e heptadecanóico

(17:0) e dos monoinsaturados palmitoléico (16:1) e heptadecenóico (C17:1). Em contrapartida, houveram aumentos significativos ($P < 0,05$) nos teores dos ácidos graxos eláidico (C18:1 n7), linoléico conjugado (ALC, C18:2 c9 t11), alfa-linolênico (C18:3 n3) e gama-linolênico (C18:3 n6) .

Já para a picanha (Tabela 4), também foram observadas diminuições significativas ($P < 0,05$) dos ácidos graxos palmitoléico (C16:1), cis-10-heptadecenóico (C17:1), cis -11 ,14, 17 - eicosatrienóico (C20:3 n3), cis – 8, 14, 17 - eicosatrienóico (C20:3 n6) e aumentos significativos ($P < 0,05$) dos ácidos graxos C18:1 n7, ALC, C18:3 n 3, C18:3 n6 e o ácido graxo araquídico (C20:0).

A diminuição dos teores de ácidos graxos saturados e o aumento dos ácidos graxos insaturados com a adição de óleo nas dietas foi em razão da composição em ácidos graxos dos óleos acrescentados, que eram ricos em ômega-3 e ômega-6 (Tabela 1). Portanto, a adição de óleos no presente experimento proporcionou cortes cárneos com maiores teores de ácidos graxos insaturados e diminuição de alguns ácidos graxos saturados, sendo que os últimos contribuem negativamente na saúde humana. As Figuras 1, 2, 3 e 4 representam graficamente os efeitos da adição de óleos em dietas para tourinhos Nelore nos cortes do contrafilé e da picanha, respectivamente.

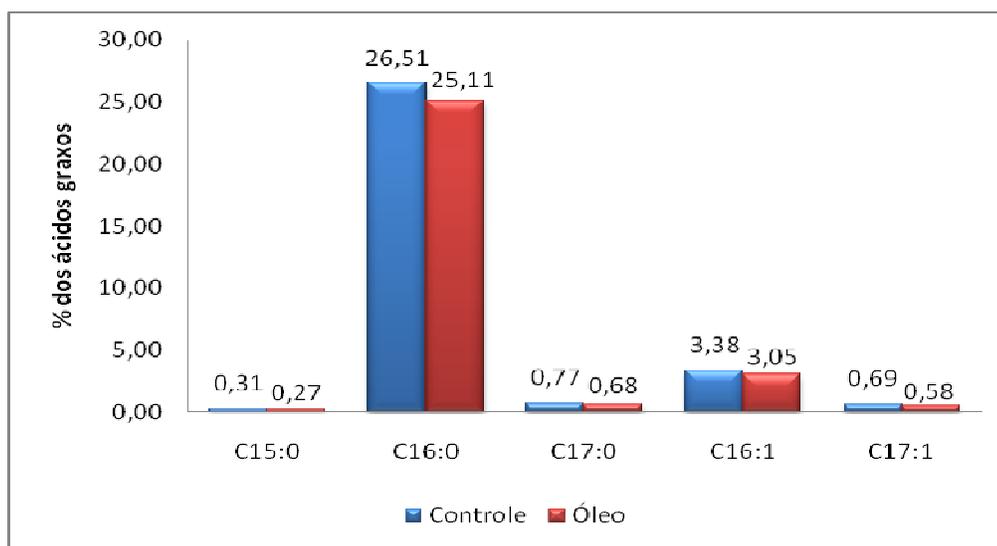


Figura 1. Teores médios dos ácidos graxos, no contrafilé, que diminuíram sua concentração com a adição de óleo nas dietas.

Entre os aumentos dos ácidos graxos avaliados, pode-se destacar o do ALC no contrafilé e na picanha (Figura 2 e 4, respectivamente). O aumento deste ácido graxo também foi em razão da adição de óleos que possuíam grandes quantidades de seu precursor C18:2 n6 nas dietas com óleo soja e linhaça (Tabela 1). BAUMAN et al. (1999) afirmaram que a maior ingestão de ALC proporciona efeitos positivos à saúde que incluem a redução na deposição de gordura corporal, alteração na partição de nutrientes, efeitos antidiabéticos, redução no desenvolvimento de aterosclerose e melhoria da mineralização dos ossos e do sistema imunológico.

Os ácidos graxos polinsaturados de cadeia longa C18:3 n3 e C18:3 n6, que tiveram aumentos com a adição de óleo também são importantes por possuírem funções benéficas ao organismo humano, principalmente, na diminuição dos valores de LDL (lipoproteínas de baixa densidade) circulantes no organismo. SIMOPOULOS (2002) comentou que atualmente se sabe que os ácidos graxos ômega-3 são essenciais para um crescimento normal, na prevenção e no tratamento de doenças coronarianas, diabetes, artrite entre outras.

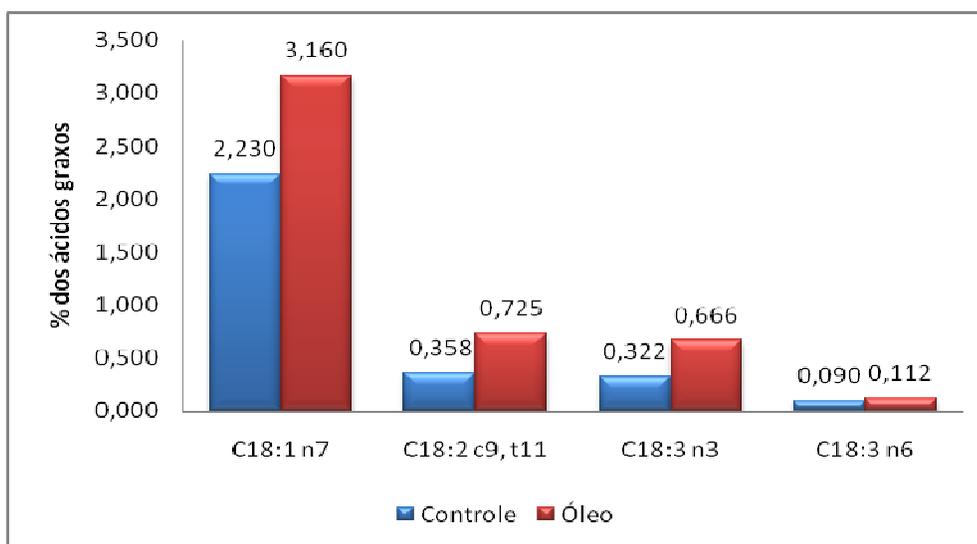


Figura 2. Teores médios dos ácidos graxos, no contrafilé, que aumentaram sua concentração com a adição de óleo nas dietas.

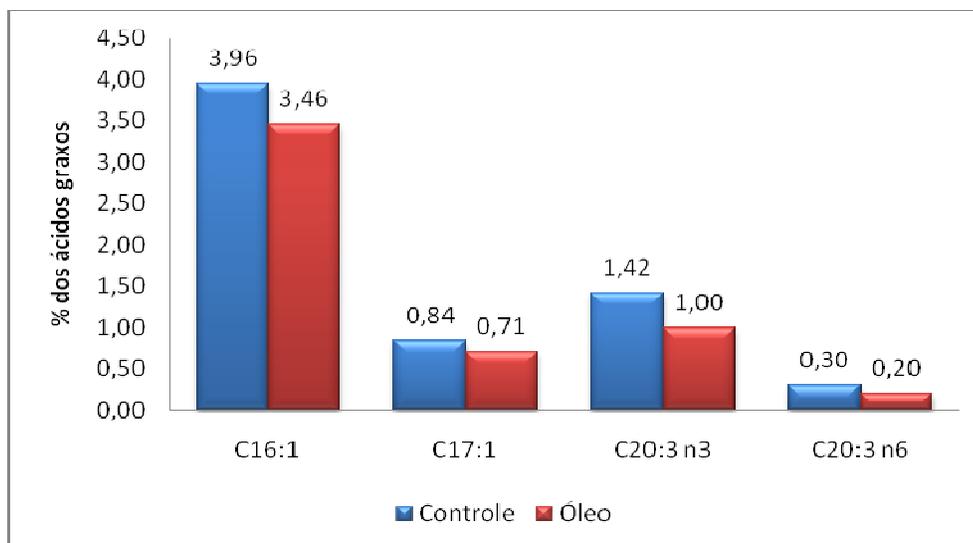


Figura 3. Teores médios dos ácidos graxos, na picanha, que diminuíram sua concentração com a adição de óleo nas dietas.

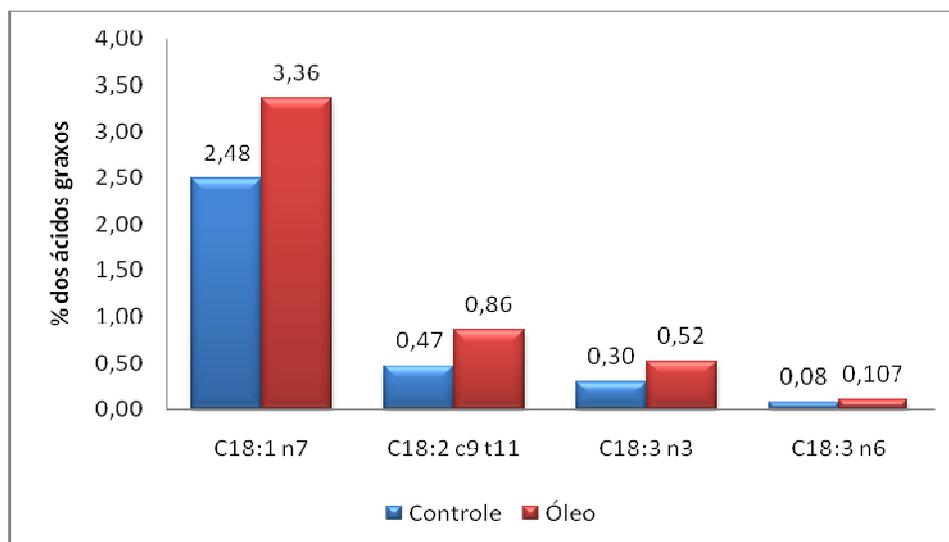


Figura 4. Teores médios dos ácidos graxos, na picanha, que aumentaram sua concentração com a adição de óleo nas dietas.

FERNANDES et al. (2009) forneceram uma dieta controle e uma dieta com sementes de girassol na dieta de bovinos Canchim e encontraram melhoria na composição em ácidos graxos da carne dos animais alimentados com a segunda dieta, apresentando maiores quantidades de ALC (0,34 e 0,73 g/100 g dos ácidos graxos totais, respectivamente) e ácidos graxos polinsaturados (6,31 e 8,12 g/100 g dos ácidos graxos totais, respectivamente) no contrafilé. Os autores alegaram que

os resultados obtidos foram em razão da composição rica em ácidos graxos polinsaturados das sementes de girassol, principalmente do ácido graxo linoléico (C18:2 n6)

BARTON et al. (2007) estudaram a influência da inclusão de linhaça extrusada na alimentação de bovinos Limousin e Charolês. Quanto a composição em ácidos graxos, os autores encontraram aumento da concentração do ácido linolênico (C18:3 n3) e do ALC e diminuição da relação ômega-6:ômega-3, de ácidos graxos saturados e aumento de polinsaturados.

Além dos fatores alimentares que influenciaram positivamente na composição em ácidos graxos da carne, a utilização de animais da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) teve grande influência. Esse tipo de animal apresenta maior ação de uma enzima denominada Delta 9-dessaturase (FERNANDES et al., 2009), que contribui para a transformação de ácidos graxos saturados em insaturados e a transformação do ácido graxo *trans* vacênico em ALC.

Segundo MALAU-ADULI et al. (1997) e BEAULIEU et al. (2002), essa enzima é responsável pela dessaturação dos ácidos graxos saturados com 16 e 18 carbonos, convertendo-os em seus correspondentes monoinsaturados, com ligação dupla no carbono 9. A produção do ALC pela Delta 9-Dessaturase é realizada a partir do ácido *trans* vacênico (C18:1 t11), produzido pela biohidrogenação incompleta dos ácidos linoléico e linolênico pelas bactérias ruminais. Conforme relatado pelos mesmos autores, essa enzima apresenta atuação no epitélio do intestino e tecido muscular, porém em menor intensidade que no tecido adiposo, e sua atividade pode ser influenciada pela raça, idade, sexo e grau de maturidade fisiológica dos animais.

Tabela 3. Composição em ácidos graxos do contrafilé (*Longissimus thoracis*) de tourinhos Nelore alimentados com dietas contendo diferentes fontes de óleos, protegidos ou não da degradação ruminal.

Tratamentos	Ácidos graxos (%)											C18:1 n7
	C10:0	C12:0	C14:0	C14:1	C15:0	C16:0	C16:1	C17:0	C17:1	C18:0	C18:1	
Controle	0,044	0,067	3,471	0,897	0,308	26,505	3,381	0,768	0,690	13,812	2,230	
Óleo de soja	0,040	0,055	3,238	0,765	0,268	24,621	2,904	0,721	0,588	15,260	3,968	
Megalac-E®	0,042	0,061	3,290	0,731	0,275	25,891	2,801	0,691	0,511	15,031	2,850	
Óleo de linhaça	0,038	0,051	2,932	0,897	0,245	24,208	3,420	0,604	0,637	12,741	3,155	
Óleo de linhaça protegido	0,040	0,057	3,477	0,844	0,280	25,718	3,094	0,691	0,577	14,724	2,668	
Contrastes												
Probabilidades de maior F												
Controle vs. óleo	0,272	0,094	0,393	0,315	0,041	0,037	0,013	0,028	0,0006	0,345	0,0002	
Soja vs. linhaça	0,500	0,443	0,809	0,123	0,591	0,610	0,001	0,119	0,033	0,023	0,0016	
Protegido vs. não protegido	0,500	0,309	0,233	0,573	0,236	0,021	0,060	0,371	0,012	0,144	0,0003	
Interação (óleo*proteção)	0,821	1,000	0,321	0,904	0,433	0,834	0,316	0,087	0,737	0,069	0,112	
Prot. ou não dentro soj.	0,553	0,507	0,882	0,740	0,719	0,146	0,485	0,425	0,031	0,790	0,001	
Prot. ou não dentro linh.	0,765	0,507	0,130	0,610	0,097	0,087	0,036	0,021	0,086	0,031	0,124	
Óleo dentro de proteção	0,553	0,618	0,592	0,283	0,829	0,838	0,057	0,878	0,062	0,720	0,575	
Óleo dentro de não prot.	0,765	0,618	0,384	0,213	0,259	0,627	0,002	0,005	0,159	0,008	0,015	
CV ¹ (%)	20,12	24,83	19,63	24,44	16,35	5,91	9,23	13,11	11,13	10,75	17,06	

¹ CV – Coeficiente de variação.

Continuação da Tabela 3

Tratamentos	Ácidos graxos (%)										
	C18:1 n9	C18:2 n6	C18:2 c9,111	C18:3 n3	C18:3 n6	C20:0	C20:1 n9	C20:2	C20:3 n3	C20:3 n6	C20:5 n3
Controle	39,209	5,660	0,358	0,322	0,090	0,092	0,208	0,07	1,288	0,305	0,214
Óleo de soja	38,750	5,436	0,942	0,3371	0,078	0,107	0,198	0,07	1,151	0,275	0,220
Megalac-E®	37,059	7,827	0,604	0,388	0,085	0,092	0,190	0,08	1,074	0,257	0,155
Óleo de linhaça	40,087	6,481	0,802	1,211	0,104	0,121	0,202	0,06	1,405	0,300	0,284
Óleo de linhaça protegido	39,214	5,421	0,550	0,728	0,181	0,107	0,190	0,06	0,927	0,205	0,232
Contrastes	Probabilidades de maior F										
Controle vs. óleo	0,606	0,450	<0,0001	0,001	0,006	0,250	0,415	0,786	0,436	0,273	0,864
Soja vs. linhaça	0,026	0,364	0,176	<0,0001	<0,0001	0,389	0,881	0,166	0,753	0,715	0,139
Protegido vs. não protegido	0,095	0,374	0,0001	0,020	<0,0001	0,270	0,460	0,423	0,112	0,138	0,223
Interação (óleo*proteção)	0,585	0,027	0,545	0,005	<0,0001	0,710	0,881	0,423	0,24	0,313	0,890
Protegido ou não dentro soja	0,134	0,038	0,007	0,706	0,706	0,607	0,701	0,256	0,725	0,690	0,346
Protegido ou não dentro linhaça	0,429	0,335	0,035	0,002	0,002	0,309	0,566	1,000	0,040	0,055	0,449
Óleo dentro de proteção	0,061	0,037	0,631	0,020	0,020	0,731	1,000	0,124	0,504	0,277	0,261
Óleo dentro de não protegido	0,231	0,342	0,224	<0,0001	<0,0001	0,394	0,847	0,665	0,254	0,603	0,346
CV ¹ (%)	5,03	31,59	28,34	38,33	16,64	28,76	19,07	26,07	38,10	36,20	55,31

¹ CV – Coeficiente de variação.

Tabela 4. Composição em ácidos graxos da picanha (*Biceps femoris*) de tourinhos Nelore alimentados com dietas contendo diferentes fontes de óleos protegidos ou não da degradação ruminal.

Tratamentos	Ácidos graxos (%)													C18:1 n7
	C10:0	C12:0	C14:0	C14:1	C15:0	C16:0	C16:1	C17:0	C17:1	C18:0	C18:1	n7		
Controle	0,047	0,072	3,518	1,098	0,370	25,340	3,955	0,847	0,835	13,194	2,484			
Óleo de soja	0,042	0,060	3,284	0,870	0,322	23,655	3,227	0,828	0,722	15,070	4,017			
Megalac-E®	0,038	0,062	3,315	0,855	0,332	24,961	3,170	0,800	0,642	15,001	3,084			
Óleo de linhaça	0,038	0,060	3,241	1,081	0,324	23,744	3,771	0,747	0,767	12,967	3,494			
Óleo de linhaça protegido	0,041	0,065	3,547	1,030	0,330	24,831	3,657	0,777	0,701	14,057	2,827			
Contrastes														
Probabilidades de maior F														
Controle vs. Óleo	0,106	0,131	0,497	0,081	0,081	0,106	0,007	0,218	0,001	0,1545	0,001			
Soja vs. Linhaça	0,845	0,817	0,675	0,009	0,973	0,970	0,002	0,222	0,125	0,029	0,083			
Protegido vs. não protegido	0,845	0,491	0,455	0,635	0,710	0,041	0,564	0,986	0,034	0,444	0,001			
Interação (óleo*proteção)	0,334	0,817	0,543	0,788	0,919	0,845	0,837	0,489	0,827	0,386	0,543			
Prot. ou não dentro soj.	0,417	0,755	0,921	0,875	0,719	0,120	0,763	0,611	0,054	0,943	0,012			
Prot. ou não dentro linh.	0,586	0,535	0,343	0,575	0,837	0,191	0,529	0,594	0,107	0,271	0,062			
Óleo dentro de proteção	0,586	0,755	0,471	0,068	0,918	0,873	0,017	0,684	0,148	0,338	0,453			
Óleo dentro de não prot.	0,417	1,000	0,893	0,030	0,959	0,913	0,008	0,158	0,268	0,041	0,136			
CV ¹ (%)	22,98	25,24	17,39	18,34	16,43	5,99	11,25	13,78	11,68	12,36	17,94			

¹ CV – Coeficiente de variação.

Continuação da Tabela 4

Tratamentos	Ácidos graxos										
	C18:1 n9	C18:2 n6	C18:2 c9,111	C18:3 n3	C18:3 n6	C20:0	C20:1 n9	C20:2	C20:3 n3	C20:3 n6	C20:5 n3
Controle	39,417	5,655	0,465	0,300	0,080	0,085	0,212	0,072	1,417	0,301	0,227
Óleo de soja	39,721	4,975	1,018	0,281	0,080	0,104	0,210	0,062	1,062	0,227	0,154
Megalac-E®	38,135	6,731	0,760	0,337	0,090	0,110	0,190	0,071	0,948	0,218	0,141
Óleo de linhaça	41,110	4,904	0,981	0,845	0,090	0,121	0,201	0,051	1,038	0,194	0,218
Óleo de linhaça protegido	40,115	4,922	0,664	0,621	0,168	0,112	0,194	0,058	0,941	0,178	0,155
Contrastes	Probabilidades de maior F										
Controle vs. óleo	0,650	0,692	0,0008	0,002	0,003	0,002	0,484	0,106	0,039	0,023	0,098
Soja vs. linhaça	0,022	0,135	0,473	<0,0001	<0,0001	0,169	0,903	0,065	0,928	0,318	0,217
Protegido vs. não protegido	0,073	0,157	0,004	0,165	<0,0001	0,841	0,446	0,223	0,545	0,737	0,234
Interação (óleo*proteção)	0,671	0,166	0,750	0,025	0,0001	0,321	0,717	0,910	0,96	0,921	0,428
Prot. ou não dentro soj.	0,132	0,056	0,083	0,555	0,398	0,600	0,431	0,369	0,607	0,852	0,763
Prot. ou não dentro linh.	0,335	0,983	0,037	0,026	<0,0001	0,434	0,777	0,452	0,662	0,733	0,152
Óleo dentro de proteção	0,064	0,050	0,506	0,006	<0,0001	0,792	0,865	0,184	0,974	0,390	0,737
Óleo dentro de não prot.	0,183	0,934	0,795	<0,0001	0,398	0,126	0,734	0,235	0,912	0,478	0,143
CV ¹ (%)	4,59	29,57	31,00	32,64	19,19	17,48	23,00	26,21	42,17	42,25	45,77

¹ CV – coeficiente de variação.

A inclusão de óleo de soja ou óleo de linhaça, independentemente de proteção, evidenciaram diferenças significativas ($P < 0,05$) nos teores de alguns ácidos graxos nos cortes do contrafilé e da picanha (Tabelas 3 e 4, respectivamente). O contrafilé dos animais alimentados com dietas a base de óleo de soja apresentaram menores teores ($P < 0,05$) dos ácidos graxos C16:1, C17:1, C18:3 n3, C18:3 n6 e C18:1 n9. Enquanto que, para o corte da picanha o óleo de soja proporcionou menores teores ($P < 0,05$) dos ácidos graxos C14:1, C16:1, C18:0, C18:1n7, C18:1 n9, C18:3 n3 e C18:3 n6.

A alimentação dos animais com dietas que possuíam em sua composição óleo de linhaça aumentou significativamente ($P < 0,05$) os teores de ácidos graxos importantes como o C18:1 n7, C18:1 n9, C18:3 n3 e C18:3 n6 em ambos os cortes (Tabelas 3 e 4, respectivamente).

Os resultados encontrados no presente estudo podem estar relacionados com a composição em ácidos graxos de cada óleo acrescentado nas dietas oferecidas, que forneceu substrato para que os animais depositassem em sua carcaça ácidos graxos importantes, quando se objetiva em produção de alimentos funcionais.

Destaca-se a diferença para os ácidos graxos C18:3 n3 e C18:3 n6 que apresentou maiores teores no contrafilé e na picanha de animais alimentados com óleo de linhaça, fato ocasionado pela grande concentração deste ácido graxo em sua composição (Figuras 5 e 6, respectivamente).

MADDOCK et al. (2006) incluíram 8% de grãos de linhaça na dieta de bovinos confinados e encontraram aumentos significativos nos teores dos ácidos C18:3 n3 e C18:3 n6. RAES et al. (2004) avaliaram a composição em ácidos graxos do contrafilé e da paleta de animais confinados e alimentados com dietas contendo grãos de soja ou de linhaça e encontraram melhoria na composição lipídica da carne quando os animais foram alimentados com linhaça, o mesmo ocorreu no presente experimento.

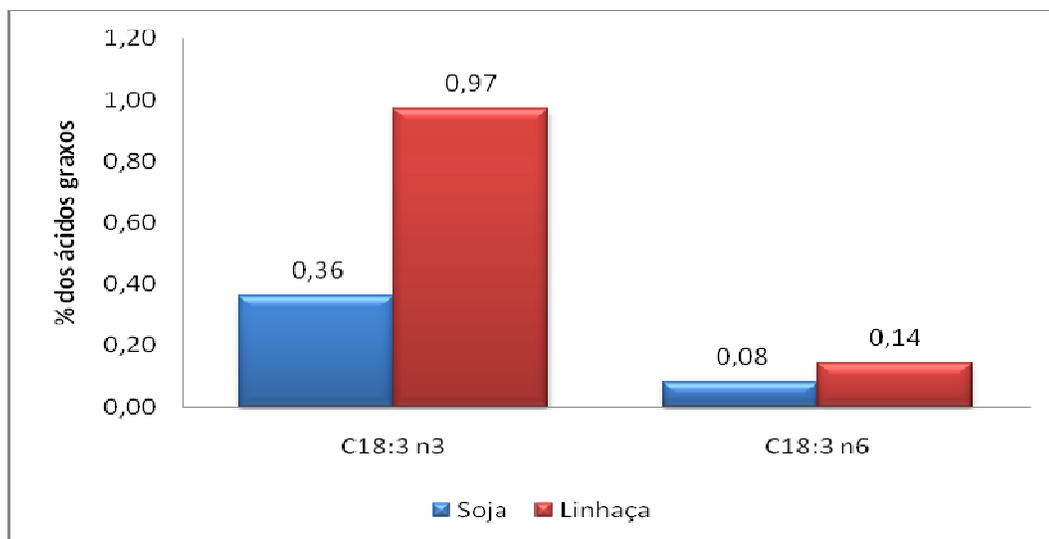


Figura 5. Teores dos ácidos graxos C18:3 n3 e C18:3 n6 em dietas com adição de óleo de soja ou linhaça, no contrafilé.

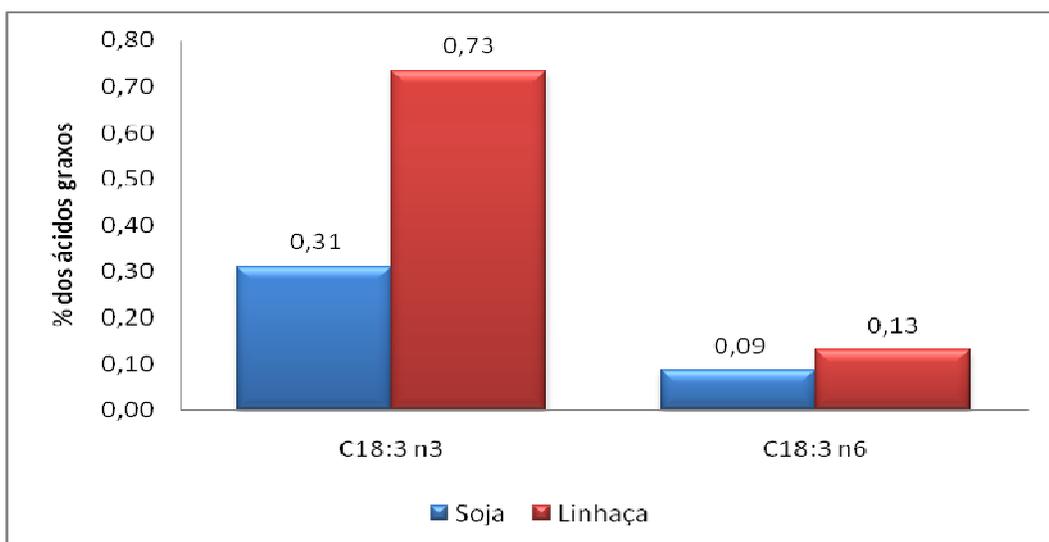


Figura 6. Teores dos ácidos graxos C18:3 n3 e C18:3 n6 em dietas com adição de óleo de soja ou linhaça, na picanha.

Para os teores do ácido graxo C14:0 (mirístico) não foram observados efeitos dos tratamentos ($P > 0,05$), tanto do tipo de óleo, quanto para o processamento (Tabelas 3 e 4). Entretanto, os teores desse ácido graxo, no presente estudo, apresentaram-se abaixo dos encontrados por FERNANDES et al. (2009) (3,28% vs. 4,39%, respectivamente) que trabalharam com tourinhos Nelore alimentados com cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol, alimento reconhecidamente rico em ácidos graxos polinsaturados, principalmente o C18:2 n6. A redução de ácidos graxos como o C14:0 e o C16:0 se torna uma importante meta,

principalmente, em razão de suas funções hipercolesterolêmica no organismo humano (BESSA, 1999).

Quanto ao tipo de proteção, no contrafilé (Tabela 3), diferenças significativas ($P < 0,05$) foram encontradas para os ácidos graxos C16:0, C17:1, C18:1 n7, ALC, C18:3 n3 e C18:3 n6. Todos os ácidos graxos, exceto o C16:0, apresentaram maiores valores para as dietas com óleo não protegido.

Para a picanha (Tabela 4), os óleos protegidos proporcionaram maiores teores dos ácidos graxos C16:0, C18:3 n6, enquanto que os óleos não protegidos aumentaram significativamente ($P < 0,05$) nos teores dos ácidos graxos C17:1, C18:1 n7 e o ALC.

O uso da proteção, principalmente para óleo de linhaça, não mostrou a eficácia esperada. A proteção deste óleo não proporcionou carne com maiores concentrações dos ácidos graxos ômega-3 em comparação com o óleo *in natura*, o que seria um importante resultado esperado. O aumento dos teores dos ácidos graxos polinsaturados ômega-3 é importante para melhorar a composição da carne bovina, já que é grande a quantidade de ácidos graxos saturados presentes nesse alimento. Embora a carne possua menores concentrações de ácidos graxos ômega-3, quando comparados à carne de pescados, esta comprovada fonte deste tipo de ácidos graxos (SCOLLAN et al., 2001).

Já para o ALC, o uso dos óleos de soja ou linhaça, sem proteção, proporcionaram os maiores teores desse ácido graxo, para contrafilé e picanha (Figuras 7 e 8, respectivamente). Isto ocorreu, principalmente, por esses óleos não estarem protegidos possibilitando que houvesse a biohidrogenação parcial do ácido linoléico, produzindo nessa primeira etapa o ALC, no rúmen.

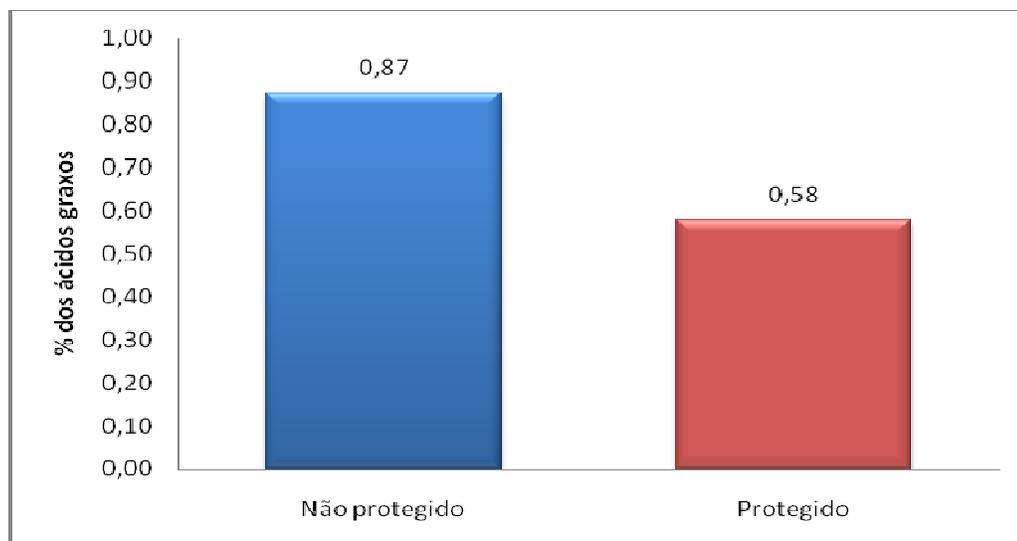


Figura 7. Teores de ácido linoléico conjugado (ALC) em dietas com a adição de óleos protegidos e não protegidos, no contrafilé.

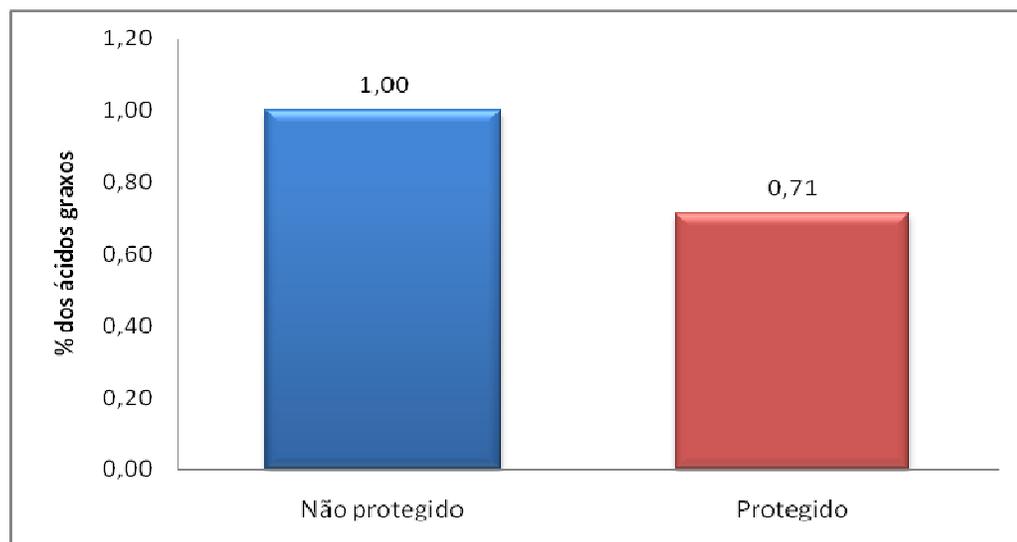


Figura 8. Teores de ácido linoléico conjugado (ALC) em dietas com a adição de óleos protegidos e não protegidos, na picanha.

Quando consumidos pelos ruminantes, os lipídios dietéticos passam por duas importantes transformações no rúmen (CHURCH, 1988). A transformação inicial é a hidrólise da ligação éster, catalisada pelas lipases microbianas. Esse passo inicial é pré-requisito para a segunda transformação, a biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados. Por muitos anos, a única bactéria reconhecidamente capaz de realizar a biohidrogenação era a *Butyrivibrio fibrisolvens*, porém, com o avanço nas pesquisas, nesta área, algumas outras bactérias dos gêneros *Ruminococcus* e *Fibrobacter* foram relacionadas com esta atividade (BAUMAN et al., 1999).

A sequência da biohidrogenação do ácido linoléico, principal via de formação do ALC no rúmen, inicia-se com a isomerização da ligação dupla cis-12 para trans 11. A enzima linoleato isomerase é a enzima responsável por formar as ligações duplas conjugadas a partir da estrutura c-9, c-12 do ácido linoléico. A isomerização inicial é seguida pela saturação da dupla cis-9 através de uma enzima redutase, resultando no ácido trans-vacênico (C18:1 trans-11), sendo o isômero trans encontrado em maior quantidade. A próxima etapa envolve uma redução subsequente até a formação do ácido esteárico (C18:0). Normalmente, a biohidrogenação ocorre de forma completa, porém alguns produtos intermediários podem atravessar o rúmen e serem utilizados na síntese de lipídios no tecido mamário e adiposo.

SARRIÉS et al. (2009) encontraram melhorias nas concentrações de ácidos graxos insaturados principalmente o ALC e C18:3 n3, quando avaliaram a composição em ácidos graxos do contrafilé de bovinos alimentados com dietas contendo silagem de capim com concentrado ou dietas contendo óleo de soja ou linhaça.

No contrafilé (Tabela 3), interações ($P < 0,05$) foram encontradas para os ácidos graxos C18:2 n6, C18:3 n3 e C18:3 n6. Pelo desdobramento da interação, foi possível visualizar que a carne de animais alimentados com óleo de soja protegido (Megalac-E[®]) apresentou maiores teores de C18:2 n6. O resultado está diretamente relacionado com a proteção possibilitando que o ácido graxo passasse de forma intacta pelo rúmen sendo absorvido no intestino e posteriormente depositado nos tecidos. Com desdobramento da interação óleo*proteção para o ácido graxo C18:3 n3 foi possível observar que os animais alimentados com óleo de linhaça *in natura* possuíram carne com maior teor desse ácido graxo em relação aos demais tratamentos. Portanto, o resultado esperado com o tratamento que possuía óleo de linhaça protegido não foi alcançado.

A observação da composição em ácidos graxos das dietas (Tabela 1) nos mostra que com a proteção do óleo de linhaça houve perda de ácidos graxos importantes, principalmente o linolênico (C18:3 n3). Portanto, a dieta com óleo de linhaça protegido possuía menores teores de C18:3 n3 em relação ao mesmo óleo *in natura*, o que influenciou nos menores teores de C18:3 n3 na carne.

Já o desdobramento da interação, para o ácido graxo C18:3 n6 mostrou o contrário do ácido C18:3 n3, sendo que, o contrafilé de animais alimentados com dietas contendo óleo de linhaça protegido possuíram maiores teores do C18:3 n6.

Os resultados da picanha (Tabela 4) mostraram interações ($P < 0,05$) apenas para os ácidos graxos C18:3 n3 e C18:3 n6. Os desdobramentos das interações dos ácidos graxos evidenciaram os mesmos resultados descritos anteriormente para o contrafilé.

A dieta controle ou as dietas com adição de óleos vegetais não diferiram quanto às somas dos ácidos graxos e suas relações, para o contrafilé (Tabela 5). A comparação entre os óleos de soja ou linhaça, evidenciou maiores quantidades ($P < 0,05$) de ácidos graxos da série ômega-3 para os animais alimentados com óleo de linhaça, independentemente da proteção (Tabela 5).

O resultado obtido para essa variável está diretamente relacionado com a grande quantidade de ácidos graxos ômega-3 que as dietas com óleo de linhaça apresentavam em relação às demais dietas (Tabela 1). Para a picanha não foi encontrada diferença significativa ($P > 0,05$) para a soma dos ácidos graxos ômega-3.

Tabela 5. Quantidades totais e relações entre os ácidos graxos do contrafilé (*Longissimus thoracis*) de tourinhos Nelore alimentados com dietas contendo diferentes fontes de óleos protegidos ou não da degradação ruminal.

Tratamentos	Relações entre ácidos graxos ² (%)												
	AGS	AGI	AGMI	AGPI	AGI:AGS	AGMI:AGS	AGPI:AGS	n3	n6	n6:n3	Hiper	Hipo	Neutros
Controle	45,071	54,720	46,615	8,312	1,222	1,039	0,151	1,825	6,414	3,658	34,322	49,32	13,857
Óleo de soja	44,312	55,488	47,175	8,511	1,257	1,068	0,152	1,708	6,733	4,120	31,585	50,217	15,300
Megalac-E®	45,382	54,427	44,142	10,474	1,208	0,979	0,191	1,618	8,774	5,447	32,775	49,697	15,074
Óleo de linhaça	40,944	58,852	48,400	10,655	1,446	1,187	0,179	2,901	7,689	2,645	31,510	53,030	12,780
Óleo de linhaça protegido	45,098	54,711	46,588	8,312	1,222	1,037	0,149	1,888	6,359	3,448	33,191	49,697	14,764
Contrastes													
Probabilidades de maior F													
Controle vs. óleo	0,391	0,384	0,964	0,329	0,378	0,534	0,343	0,504	0,282	0,208	0,041	0,313	0,349
Soja vs. linhaça	0,130	0,128	0,025	0,993	0,110	0,036	0,649	0,012	0,366	<0,0001	0,843	0,248	0,023
Protegido vs. não protegido	0,034	0,034	0,004	0,858	0,034	0,006	0,762	0,051	0,657	<0,0001	0,105	0,094	0,145
Interação (óleo*proteção)	0,198	0,196	0,436	0,052	0,164	0,448	0,042	0,999	0,043	0,155	0,775	0,210	0,070
Prot. ou não dentro soj.	0,533	0,534	0,016	0,214	0,580	0,149	0,109	0,812	0,094	<0,0001	0,347	0,755	0,793
Prot. ou não dentro linh.	0,024	0,023	0,132	0,142	0,020	0,019	0,222	0,014	0,265	0,002	0,189	0,050	0,031
Óleo dentro de proteção	0,868	0,867	0,047	0,173	0,878	0,339	0,090	0,478	0,419	<0,0001	0,74	0,944	0,719
Óleo dentro de não prot.	0,061	0,059	0,301	0,176	0,045	0,057	0,262	0,005	0,051	<0,0001	0,951	0,104	0,008
CV ¹ (%)	6,97	5,51	4,38	30,23	12,72	9,95	25,93	35,78	29,14	12,2201	6,91	5,98	10,76

¹Coeficiente de variação; AGS – soma dos ácidos graxos saturados; AGI – soma dos ácidos graxos insaturados; AGMI – soma dos ácidos graxos monoinsaturados; AGPI – soma dos ácidos graxos poliinsaturados; n3 – soma dos ácidos graxos ômega-3; n6 – soma dos ácidos graxos ômega-6; Hiper – Hipercolesterolêmicos = C12:0+C14:0+C14:1+C16:0+C16:1; Hipo - Hipocolesterolêmicos= C18:1 n7+C18:1 n9+C18:2 n6+C18:3n3+C18:3n6+C20:3n6+C20:5n3 e Neutros = C10:0+C18:0.

Tabela 6. Quantidades totais e relações entre os ácidos graxos da picanha (*Biceps Femoris*) de tourinhos Nelore alimentados com dietas contendo diferentes fontes de óleos protegidos ou não da degradação ruminal.

Tratamentos	Relações entre ácidos graxos ² (%)												
	AGS	AGI	AGMI	AGPI	AGI:AGS	AGMI:AGS	AGPI:AGS	n3	n6	n6:n3	Hiper	Hipo	Neutro
Controle	43,457	56,311	48,004	8,520	1,308	1,113	0,150	1,944	6,502	3,581	33,985	49,882	13,241
Óleo de soja	43,371	56,421	48,768	7,862	1,305	1,127	0,138	1,498	6,301	4,323	31,094	50,520	13,005
Megalac-E®	44,628	55,187	46,078	9,298	1,246	1,040	0,168	1,427	7,800	5,654	32,365	49,687	14,098
Óleo de linhaça	41,242	58,554	50,431	8,324	1,426	1,226	0,141	2,102	6,170	3,042	31,904	51,895	15,112
Óleo de linhaça protegido	43,785	56,042	48,525	7,711	1,294	1,116	0,135	1,718	5,934	3,536	33,131	49,931	15,040
Contrastes													
	Probabilidades de maior F												
Controle vs. óleo	0,877	0,851	0,634	0,823	0,891	0,783	0,783	0,349	0,946	0,047	0,046	0,600	0,158
Soja vs. linhaça	0,207	0,199	0,020	0,526	0,192	0,068	0,264	0,075	0,132	<0,0001	0,330	0,449	0,029
Protegido vs. não protegido	0,110	0,110	0,010	0,642	0,144	0,042	0,385	0,354	0,334	0,0008	0,128	0,196	0,446
Interação (óleo*proteção)	0,580	0,577	0,640	0,253	0,570	0,806	0,201	0,523	0,188	0,091	0,979	0,596	0,385
Prot. ou não dentro soj.	0,462	0,463	0,032	0,259	0,530	0,201	0,127	0,830	0,118	0,0002	0,283	0,599	0,940
Prot. ou não dentro linh.	0,146	0,145	0,118	0,625	0,170	0,111	0,757	0,257	0,799	0,098	0,295	0,223	0,271
Óleo dentro de . proteção	0,620	0,610	0,049	0,214	0,606	0,260	0,090	0,387	0,056	<0,0001	0,512	0,877	0,340
Óleo dentro de não prot.	0,219	0,212	0,169	0,712	0,205	0,148	0,902	0,082	0,887	0,0003	0,490	0,388	0,042
CV ¹ (%)	7,01	5,29	4,53	27,74	12,66	10,76	24,16	36,73	25,92	15,65	6,44	5,53	12,35

¹ Coeficiente de variação² AGS – soma dos ácidos graxos saturados; AGI – soma dos ácidos graxos insaturados; AGMI – soma dos ácidos graxos monoinsaturados; AGPI – soma dos ácidos graxos polinsaturados; n3 – soma dos ácidos graxos ômega-3; n6 – soma dos ácidos graxos ômega-6; Hiper = C12:0+C14:0+ C14:1+ C16:0+C16:1; Hipo=C18:1n7+C18:1n9+C18:2n6+C18:3n3+C18:3n6+C20:3n3+C20:3n6+C20:5n3 e Neutros=C10:0+C18:0.

Porém, observou-se relações entre os ácidos graxos ω -6: ω -3 significativamente melhores ($P < 0,05$) para o contrafilé e a picanha de animais alimentados com as dietas que continham óleo de linhaça (Figuras 9 e 10 respectivamente). Como as dietas com óleo de linhaça possuíam maiores quantidades de ácidos graxos ω -3 (Tabela 1), houve estreitamento desta relação. GIVENS et al. (2006) comentaram que o óleo de linhaça é rico em ácido graxo linolênico (C18:3 n3). Portanto, sua utilização é feita principalmente visando o incremento desse ácido graxo na carne dos ruminantes, resultando em melhoria da relação com o ácido graxo ω -6.

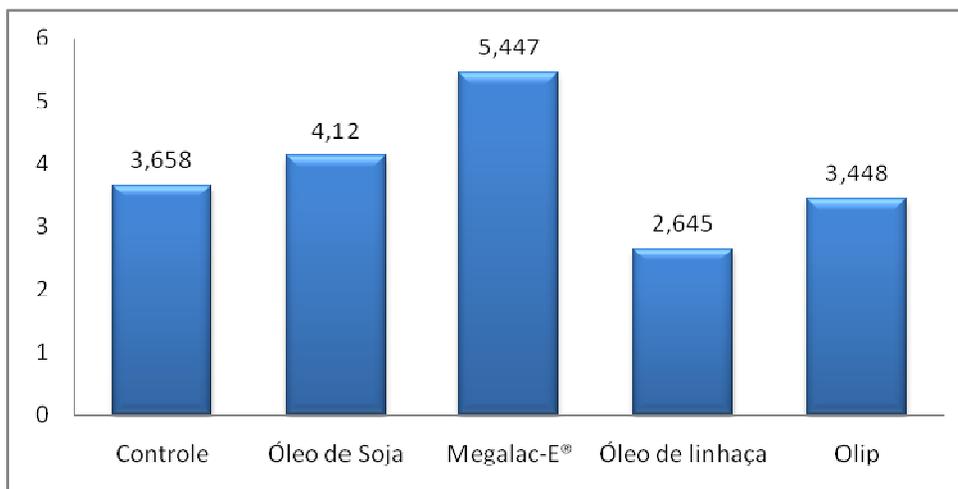


Figura 9. Relações entre os ácidos graxos ω -6: ω -3 no contrafilé.

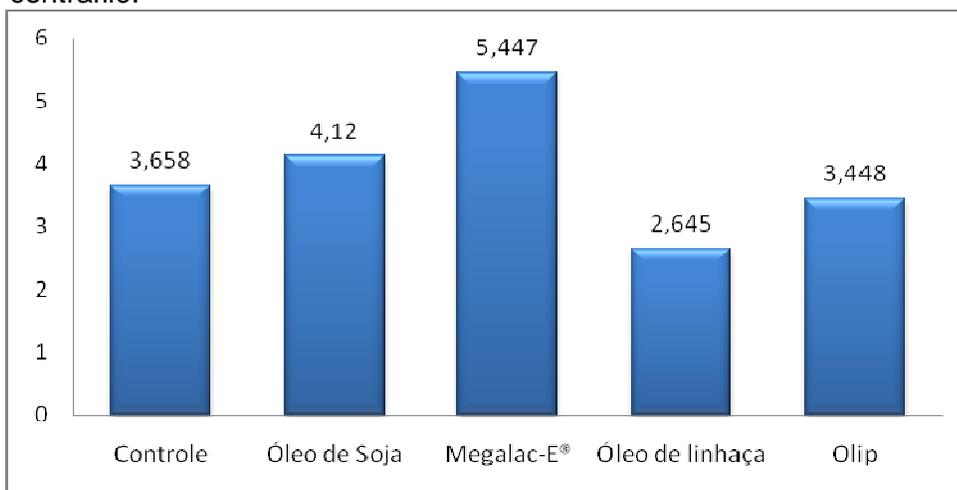


Figura 10. Relações entre os ácidos graxos ω -6: ω -3 na picanha.

No contrafilé, observou-se maiores ($P<0,05$) somas de ácidos graxos insaturados (AGI) e monoinsaturados (AGMI) para a carne de animais alimentados com óleos não protegidos, o que resultou em relações entre os ácidos graxos insaturados:saturados (AGI:AGS) e monoinsaturados:saturados (AGMI:AGS), além da relação ômega-6:ômega-3, significativamente melhores ($P<0,05$), que a carne de animais alimentados com óleos protegidos. Diferenças significativas ($P<0,05$) para a picanha foram encontradas apenas para a soma dos ácidos graxos mono e para as relações mono:sat e ômega-6:ômega-3. Os resultados demonstraram a mesma tendência do contrafilé, que a alimentação que continham óleos não protegidos proporcionaram maiores quantidades de mono e melhores relações mono:sat e ômega-6:ômega-3.

BARTON et al. (2007) alimentaram novilhas charolesas ou da raça Simental com uma dieta controle ou com dietas suplementadas com linhaça extrusada (70% linhaça extrusada e 30% farelo de trigo) e encontraram quantidades de ácidos graxos saturados (AGS) maiores que no presente estudo (48,54 e 42,60%, respectivamente). Com o objetivo de melhorar a composição lipídica da carne, FERNANDES et al. (2009) trabalharam com animais Nelore, alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar e grão de girassol e encontraram valores para a relação insaturados:saturados (AGI:AGS) menores do que no presente estudo (1,02 e 1,27, respectivamente).

BARTON et al. (2007) encontraram menores valores para a relação polinsaturados:saturados (AGPI:AGS) (0,13) comparado ao presente estudo. Sendo que nos dois estudos, essa relação foi inferior à preconizada pelo Departamento de Saúde do Reino Unido, que recomenda um valor aproximado de 0,4; caracterizando, dessa forma, uma dieta mais saudável (WOOD et al., 2003).

Em experimento desenvolvido por KUSS et al. (2007), avaliando a composição em ácidos graxos de vacas descarte com diferentes pesos de abate, os autores encontraram baixos valores de ácidos graxos polinsaturados (1,80, 1,64 e 1,92% para pesos de abate de 465, 507 e 566 kg, respectivamente), o que pode estar associado à alimentação oferecida aos animais (silagem de milho e farelo de trigo), que não teve como objetivo melhorar a composição lipídica da carne. Isso

refletiu em menor quantidade de polinsaturados (poli) e menor relação polinsaturado:saturado (poli:sat), deixando a relação distante do valor ideal.

RODRIGUES et al. (2004) avaliaram a relação ômega-6:ômega-3 de animais da raça Nelore, não castrados ou castrados, encontrando valores médios maiores do que os do presente estudo (6,08 e 3,4, respectivamente). Novamente, pode-se atribuir os resultados às diferenças na alimentação, já que, no presente ensaio, os animais foram alimentados com dietas que visavam a melhoria dessa relação.

A avaliação dos ácidos graxos quanto a sua funcionalidade (Hipercolesterolêmicos – Hiper, Hipocolesterolêmicos – Hipo e Neutros) também foi realizada no presente estudo (Tabelas 5 e 6). Essa avaliação é preconizada por BESSA, (1999) e pode ser importante por evidenciar realmente a ação dos ácidos graxos no organismo humano.

Os resultados do contrafilé e da picanha (Tabelas 5 e 6 e Figuras 11 e 12, respectivamente) demonstraram que a adição de óleos, independentemente do tipo e da proteção, em dietas para alimentação de tourinhos Nelore promove diminuição significativa ($P < 0,05$) na quantidade de Hiper (34,32 vs. 32,27 %, para dieta controle e com adição de óleo, respectivamente). Este fato ocorreu pois os óleos que foram adicionados eram precursores de ácidos graxos hipocolesterolêmicos (Hipo), principalmente os da família ômega-3 e ômega-6.

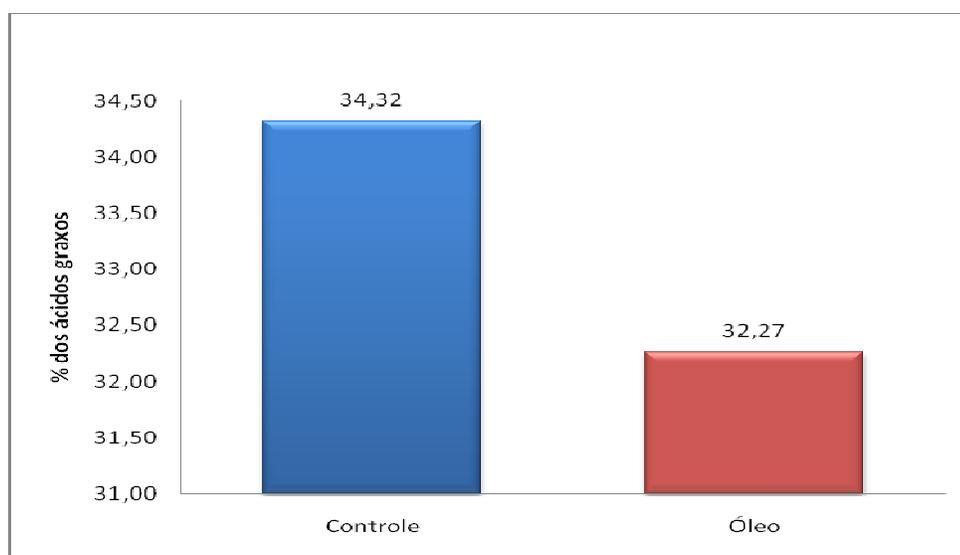


Figura 11. Teores médios de ácidos graxos hipercolesterolêmicos entre a dieta controle e com adição de óleo, no contrafilé.

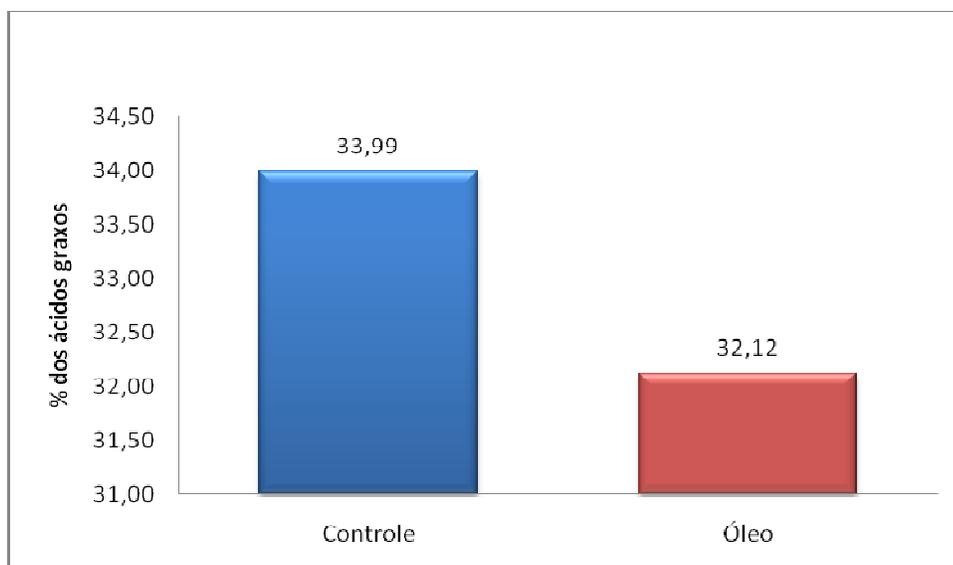


Figura 12. Teores médios de ácidos graxos hipercolesterolêmicos entre a dieta controle e com adição de óleo, na picanha.

A avaliação dos ácidos graxos hipocolesterolêmicos não mostrou diferenças significativas para a picanha (Tabela 6), entretanto, o contrafilé continha maiores ($P < 0,05$) quantidades destes ácidos graxos para as dietas com óleos não protegidos em relação as dietas com adição de óleo (49,70 vs. 51,62 %, respectivamente) (Tabela 5 e Figura 12). Provavelmente, óleos não protegidos possibilitem que maiores quantidades de ácidos graxos estejam disponíveis para absorção no organismo.

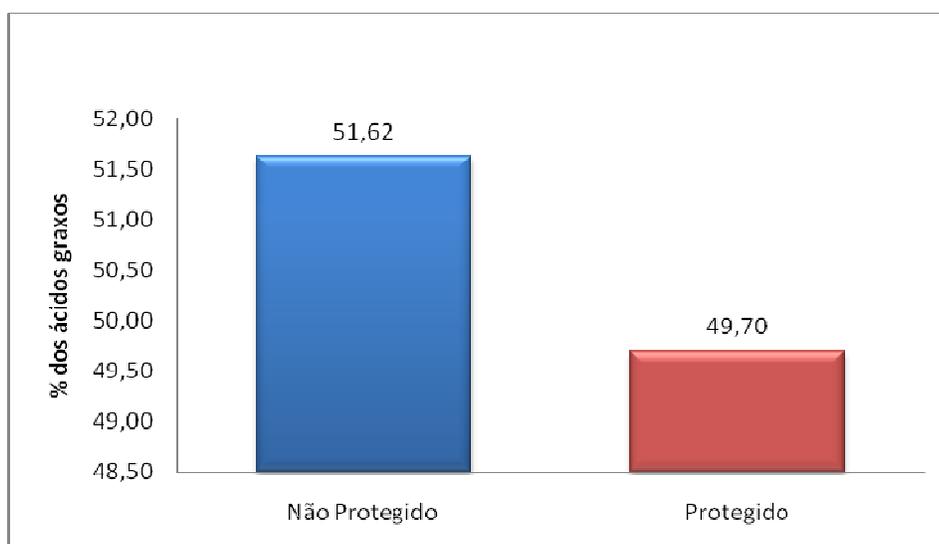


Figura 13. Teores médios de ácidos graxos hipocolesterolêmicos entre a dieta controle e com adição de óleo, na picanha.

A avaliação dos ácidos graxos Neutros mostrou interação significativa ($P < 0,05$) para os resultados referentes ao contrafilé (Tabela 5). Animais alimentados com óleo de linhaça *in natura* apresentaram o menor teor desses ácidos graxos enquanto que o maior teor foi obtido pela dieta contendo óleo de soja *in natura* (12,78% vs. 15,30%, respectivamente). Já para a picanha, dietas com óleo de linhaça possuíam maiores quantidades de Neutros que as dietas contendo óleo de soja, independentemente de proteção (15,07% vs. 13,55%, respectivamente).

4 Conclusões

A composição química do contrafilé não é influenciada pela adição de óleos em dietas para bovinos jovens terminados em confinamento. Já a quantidade de minerais da picanha sofre aumentos com adição de óleos não protegidos na dieta.

Alimentar tourinhos Nelore jovens com dietas contendo óleos de soja e linhaça *in natura* proporciona baixos teores de colesterol no contrafilé e na picanha, respectivamente.

A utilização de óleo de linhaça, independentemente da proteção, é uma estratégia para melhorar a composição em ácidos graxos da carne, principalmente quando se deseja aumentar a quantidade de ácidos graxos ômega-3 e melhorar a relação entre os ácidos graxos ômega-6:ômega-3. Já o óleo de soja *in natura* é a melhor opção para produzir carne com maiores teores de ácido linoléico conjugado.

Acrescentar óleos em dietas com cana-de-açúcar para tourinhos proporciona diminuição nas concentrações de ácidos graxos hipercolesterolêmicos, na carne do contrafilé e da picanha.

CAPITULO 4 - AVALIAÇÃO COMPARATIVA DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA, EM ÁCIDOS GRAXOS E TEORES DE COLESTEROL DA CARNE *IN NATURA* OU ASSADA DE TOURINHOS NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO

RESUMO – O objetivo nesse estudo foi avaliar as diferenças da composição química em ácidos graxos e os teores de colesterol do contrafilé (*Longissimus thoracis*) e da picanha (*Biceps femoris*) *in natura* ou submetidos a cocção. Para isto, foram utilizados amostras provenientes de 35 carcaças de tourinhos da raça Nelore confinados por 96 dias e abatidos com peso médio de 532,17 kg \pm 30,25 kg e 24 meses de idade. Os resultados das variáveis obtidas foram submetidos à análise de variância. O modelo de análise englobou os efeitos de tratamento (controle, óleo de linhaça ou de soja, protegidos ou não da degradação ruminal), corte (contrafié e picanha) e método de preparo (*in natura* ou assado). As médias foram comparadas através de teste Tukey, considerando o nível de significância de 5% de probabilidade, quando o teste F foi significativo para as variáveis. A picanha assada apresentou os valores mais baixos de umidade e o maior valor de extrato etéreo (47,50 e 8,37%, respectivamente). Já o contrafilé assado evidenciou o maior valor de proteína (42,36%). Maiores teores de colesterol foram encontrados na picanha em relação ao contrafilé (40,91 e 30,93 mg/100g, respectivamente). O contrafilé *in natura* apresentou menores teores de ácidos graxos saturados e maiores quantidades de ácidos graxos polinsaturados. O processo de cocção aumentou a quantidade de ácidos graxos saturados e diminuiu os teores de polinsaturados para o contrafilé e para a picanha. Para as relações dos ácidos graxos ômega-6:ômega-3, os melhores valores foram encontrados na carne *in natura*. O contrafié, no presente estudo, mostrou-se mais saudável devido a maior quantidade de ácidos graxos polinsaturados que a picanha. Assar a carne diminui os teores de ácidos graxos polinsaturados, ômega-3 e ômega-6, além da relação ômega-6:ômega-3.

Palavras-chave: Ácido linoléico conjugado, colesterol, cortes cárneos, extrato etéreo, proteína

1 Introdução

Atualmente, os consumidores estão preocupados em ingerir alimentos seguros, saudáveis, que tenham qualidade e sejam de fácil preparo. Segundo SCOLLAN et al. (2006), a carne é um importante alimento do ponto de vista nutricional, possuindo importantes constituintes como proteínas de alta digestibilidade e valor biológico, minerais essenciais e vitaminas do complexo B, além disso, pode ser considerada um alimento de fácil preparo.

Na carne bovina, observa-se ainda a presença de elementos importantes, oriundos exclusivamente dos ruminantes, como por exemplo, o ácido linoléico conjugado (ALC) que possui comprovados efeitos benéficos à saúde humana como reduções de tumores, redução dos fatores de risco para o desenvolvimento de aterosclerose, além de aumento da imunidade (SONG et al., 2010).

A manipulação das dietas dos ruminantes há muito tempo tem se mostrado um fator importante para a produção de uma carne com maiores teores de elementos essenciais, principalmente os ácidos graxos de cadeia longa como o alfa-linolênico (C18:3 n3). Nesse sentido, a manipulação de dietas para os ruminantes, que proporcionem precursores de ácidos graxos importantes como o C18:2 n6 ou o C18:3 n3, ou mesmo o fornecimento de alimentos ricos em ácidos graxos insaturados são muito interessantes.

Entretanto, a composição da carne, bem como suas propriedades físico-químicas, podem sofrer mudanças importantes durante a cocção. De acordo com ALFAIA et al. (2009) o processo de cocção pode afetar a composição lipídica da carne, especialmente o conteúdo de ácidos graxos, mudando o valor nutricional dos produtos cozidos em relação aos produtos *in natura*.

O presente estudo foi realizado para avaliar as diferenças entre a composição química e de ácidos graxos de dois cortes comerciais (contrafilé e picanha), *in natura* ou submetidos à cocção, oriundos de tourinhos Nelore terminados em confinamento.

2 Material e Métodos

Foram utilizadas para este experimento, amostras de carne do contrafilé (*Longissimus thoracis*) e da picanha (*Biceps femoris*) de 35 tourinhos da raça Nelore, com peso e idades iniciais de $402,69 \text{ kg} \pm 19,40 \text{ kg}$ e 18 meses, respectivamente. Os animais foram confinados no Setor de Bovinocultura de Corte pertencente ao Departamento de Zootecnia, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp campus de Jaboticabal. Todos os procedimentos experimentais foram submetidos à apreciação da Comissão de Ética e Bem Estar Animal (CEBEA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal e receberam aprovação através do processo nº 021167-07.

Anteriormente ao período experimental, os animais foram adaptados às instalações, manejo e ao consumo das dietas durante 28 dias. Foram fornecidas cinco dietas; uma controle e outras quatro dietas que possuíam diferentes tipos e fontes de óleo (Tabela 1). Ao final de 96 dias de confinamento, os animais foram enviados a frigorífico comercial distante 200 km do local da engorda, insensibilizados e efetuada a sangria de acordo com os procedimentos usuais do estabelecimento. Os animais foram abatidos com peso médio de $532,17 \pm 30,25 \text{ kg}$, apresentando rendimento de carcaça médio de $55,32 \pm 1,30 \%$ e espessura de gordura de cobertura média de 7,00 mm.

Imediatamente após o abate, as meias-carcaças foram levadas à câmara frigorífica a 4° C , onde permaneceram por 24 horas. Decorrido este tempo, foi retirado um corte da 9^a até 13^a costelas e uma peça padronizada, de formato triangular, de aproximadamente 1,5 kg do músculo *Biceps femoris* da meia-carcaça esquerda, e trazidas ao laboratório para as análises químicas, de colesterol e ácidos graxos.

Para as análises da carne assada, foram retirados bifés de aproximadamente 2,5 cm entre a 12^a e 13^a costelas do músculo *Longissimus thoracis* e da parte central do músculo *Biceps femoris*. Após esse procedimento, as amostras foram assadas em forno industrial a gás, à temperatura de 175° C , até atingirem 70° C no seu centro geométrico, mensuradas por termômetro digital.

Tabela 1. Composição percentual da matéria seca (MS) e em ácidos graxos das dietas experimentais oferecidas a tourinhos Nelore terminados em confinamento.

Alimentos	Dietas				
	Controle	Óleo de soja	Óleo de linhaça	Megalac-E®	OLiP ²
Cana-de-açúcar	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Milho em grão moído	34,0	29,2	29,2	29,0	29,0
Farelo de soja	12,0	13,0	13,0	13,0	13,0
Polpa de citros	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Uréia	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Óleo de soja	-	3,8	-	-	-
Óleo de linhaça	-	-	3,8	-	-
Megalac-E® ¹	-	-	-	4,5	-
OLiP ²	-	-	-	-	4,5
Núcleo mineral ³	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Calcário calcítico	0,5	0,5	0,5	-	-
Características nutricionais ⁴					
MS (%)	47,6	47,6	47,7	46,5	47,7
PB (% da MS)	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
NDT (% da MS)	71,5	76,7	76,7	76,5	76,5
EE (% da MS)	2,4	6,0	6,0	6,0	6,0
EM (MJ/kg MS)	11,5	12,2	12,2	12,2	12,2
Ganho estimado (kg/dia)	1,4	1,6	1,6	1,6	1,6
Ácido graxo (%)	Composição em ácidos graxos das dietas experimentais				
C12:0	0,14	0,05	0,06	0,31	0,09
C14:0	0,19	0,12	0,12	0,93	0,26
C16:0	16,44	14,25	13,45	24,88	23,32
C16:1	0,18	0,13	0,15	0,49	0,16
C17:0	0,21	0,14	0,18	0,27	0,29
C17:1	0,30	0,11	0,13	0,10	0,28
C18:0	3,05	3,74	6,13	7,61	10,48
C18:1n9c	30,27	27,14	30,74	23,51	28,48
C18:2n6c	45,45	49,36	26,06	38,04	25,68
C18:3n3	3,78	4,97	22,98	3,86	10,96

¹ Óleo de soja protegido

² Óleo de linhaça protegido

³ Composição por kg do produto: fósforo = 40g; cálcio = 146g; sódio = 56g; enxofre = 40g; magnésio = 20g; cobre = 350g; zinco = 1.300mg; manganês = 900mg; ferro = 1.050mg; cobalto = 10mg; iodo = 24mg; selênio = 10mg; flúor = 400mg

⁴ Características nutricionais estimadas pelo software RLM®

As análises químicas da carne *in natura* e assada (umidade, proteína bruta, extrato etéreo e minerais) foram realizadas segundo metodologia descrita pela AOAC (1995).

As análises referentes ao colesterol do contrafilé e da picanha *in natura* foram realizadas por colorimetria, segundo BRAGAGNOLO & RODRIGUEZ-AMAYA

(1995). Os lipídios totais foram medidos, extraíndo-os de amostras de aproximadamente 10 g do contrafilé e da picanha *in natura*, com 200 mL de clorofórmio:metanol (2:1). Do extrato, foram tomados 5 mL e secos sob N₂ onde posteriormente foram adicionados 10 mL de KOH, 12% em etanol 90%. A solução foi colocada em banho-maria a 80° C, com agitação por 15 minutos. Ao final desse processo, foram adicionados 5 mL de água e, após o resfriamento, foram adicionados 10 mL de hexano, com agitação em vórtex. Após a separação das fases, foram tomados 10 mL da fração contendo hexano foram secos sob N₂. Finalmente, foram adicionados 6 mL de ácido acético saturado com sulfato ferroso e 10 mL de ácido sulfúrico concentrado. Após o resfriamento, foi realizada a leitura em espectrofômetro a 538 nm.

Para determinação da composição em ácidos graxos das amostras de carne *in natura* e assada foram retiradas amostras da seção transversal do músculo, que foram liofilizadas e posteriormente moídas com nitrogênio líquido, para extração dos lipídios e metilação dos ácidos graxos. A matéria graxa foi extraída com mistura de clorofórmio-metanol, segundo BLIGH & DYER (1959), com as modificações propostas por TULLIO (2004). Cerca de 3 g de amostra liofilizada foram transferidas para erlenmeyer de 125 mL, em que foram adicionados 10 mL de clorofórmio, 20 mL de metanol e 8 mL de água destilada; os frascos foram agitados por 30 minutos em mesa agitadora. Após agitação, foram adicionados 10 mL de clorofórmio e 10 mL de sulfato de sódio a 1,5%, e os frascos foram agitados novamente por 2 minutos em mesa agitadora. O material foi filtrado em papel filtro quantitativo, para tubo falcon de 50 mL. Após a separação das camadas, a superior, metanólica, foi descartada. Do filtrado restante, 10 mL foram transferidos para béquer de 50 mL, previamente tarado. O béquer foi levado para estufa de circulação de ar forçada, a 55° C, para evaporação do solvente, por 24 h e depois foi esfriado em dessecador e pesado. Pela diferença dos pesos do béquer, foi calculado o teor de lipídios da amostra.

Para a transesterificação dos triglicerídeos, aproximadamente 50 mg da matéria lipídica extraída foi transferida para tubo falcon de 15 mL, em que foram adicionados 2 mL de n-heptano. A mistura foi agitada até a completa dissolução da matéria graxa e, então, 2 mL de KOH 2 mol/L em metanol foram adicionados; essa mistura foi agitada por aproximadamente 5 minutos. Após a separação das fases, 1 mL da fase superior (heptano e ésteres metílicos de ácidos graxos) foram

transferidos para frascos *ependorf* de 1,5 mL. Os frascos foram hermeticamente fechados, protegidos da luz e armazenados em congelador a -18°C , para posterior análises cromatográficas.

As determinações qualitativas dos ácidos graxos foram feitas por meio de cromatografia gasosa em cromatógrafo com detector de ionização de chama, utilizando coluna capilar de sílica fundida de 30 m de comprimento, diâmetro de 0,25 mm e 0,25 μm de espessura do filme (Supelco SP-24136). O gás de arraste utilizado foi o hélio, com fluxo ajustado a 1 mL/min. Foi injetado 1 μL de amostra em modo “split”, com razão de divisão 1/100 e temperatura de 250°C . A temperatura do forno foi programada para iniciar em 100°C , permanecendo assim durante 2 minutos, foi então elevada a 220°C a $4^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$, por 25 minutos e a temperatura do detector foi de 280°C . A identificação dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi feita por comparação com os tempos de retenção e as concentrações dos ácidos graxos do padrão de ésteres metílicos de ácidos graxos.

O índice de atividade da enzima Delta 9-dessaturase, no carbono 18 foi obtida através de equação: $C18 = 100(18:1/18:0+18:1)$, postulada por MALAU-ADULI et al. (1997).

Os resultados das variáveis obtidas foram submetidos à análise de variância utilizando o procedimento GLM (SAS, 2001). O modelo de análise englobou os efeitos de bloco, tratamento (controle, óleo de linhaça ou de soja, protegidos ou não da degradação ruminal), corte (contrafié e picanha) e método de preparo (*in natura* ou assado). As médias foram comparadas através de teste Tukey, considerando o nível de significância de 5% de probabilidade, quando o teste F foi significativo para as variáveis (SAMPAIO, 2002).

3 Resultados e Discussão

Para a composição química da carne (umidade, proteína, extrato etéreo e minerais) não foram encontrados efeitos significativos ($P<0,05$) das dietas experimentais (óleos de soja ou linhaça, protegidos ou não da degradação ruminal) portanto, todos os resultados apresentados nesse estudo, estão relacionados apenas com as diferenças entre os cortes (contrafié e picanha) e o preparo (assado ou *in natura*). Interações significativas ($P<0,05$) entre o corte e o método de preparo

foram encontradas, apenas para a variável Umidade, as demais não apresentaram interação (Tabela 2 e Figura 1).

Tabela 2. Composição química dos cortes do contrafilé (*Longissimus thoracis*) e da picanha (*Biceps Femoris*), *in natura* ou assados, de tourinhos Nelore alimentados com dietas ricas em ácidos graxos ômega-3 ou ômega-6.

Composição Química	contrafilé	picanha	contrafilé	picanha	probabilidades ¹			CV ² %
	<i>in natura</i>	<i>in natura</i>	assado	assado	C	P	CxP	
Umidade (%)	64,90	64,69	54,02	47,50	**	**	**	4,33
Proteína bruta (%)	32,68	29,73	42,36	41,51	*	**	ns	8,88
Extrato etéreo (%)	3,02	5,31	5,70	8,37	**	**	ns	26,59
Minerais (%)	1,60	1,47	1,81	1,80	*	**	ns	10,69
Colesterol (mg/100g)	31,17	41,21	-	-	**	-	-	10,38

¹ Probabilidades: C – Corte; P – Preparo; CxP – Interação CorteXPreparo, * - P<0,05, **- P<0,0001 e ns – não significativo.

² Coeficiente de variação.

Menores (P<0,05) valores de umidade foram encontrados para a picanha assada enquanto que os maiores valores foram obtidos pelos cortes *in natura*. Os resultados estão associados a uma maior perda de água do corte quando foram assados, além disso, a maior quantidade de extrato etéreo presente na picanha substituiu a umidade. Já o contrafilé *in natura* apresentou valor de 64,90%, inferior ao encontrado por FERNANDES et al. (2009) de 73,81%.

Para a proteína e os minerais, tanto nos cortes *in natura* como nos assados, foram encontrados maiores teores (P<0,05) para o corte do contrafilé. Já os valores de extrato etéreo foram maiores (P<0,05) para a picanha, independentemente de estar assado ou não. A deposição do tecido adiposo, nos bovinos, se inicia pelas extremidades da carcaça, o que confere aos cortes desta região maiores quantidades de gordura.

Está claro que a maior quantidade de extrato etéreo na picanha resultou em uma substituição entre os componentes químicos da carne, proporcionando menores quantidades de proteína e minerais neste corte. A avaliação dos teores de umidade, proteína, extrato etéreo e minerais evidenciou que com a perda de umidade, causada pelo aquecimento, os demais elementos concentraram seus teores nos cortes assados. Segundo LAWRIE (2005), o teor de extrato etéreo é o que mais varia na carne e, uma vez aumentada sua concentração, ocorre diminuição nas proporções de umidade, proteína e minerais. É importante ressaltar que a carne bovina possui quase todos os minerais importantes para a nutrição humana e, em

termos quantitativos, o fósforo e o potássio são predominantes, seguidos por sódio e magnésio.

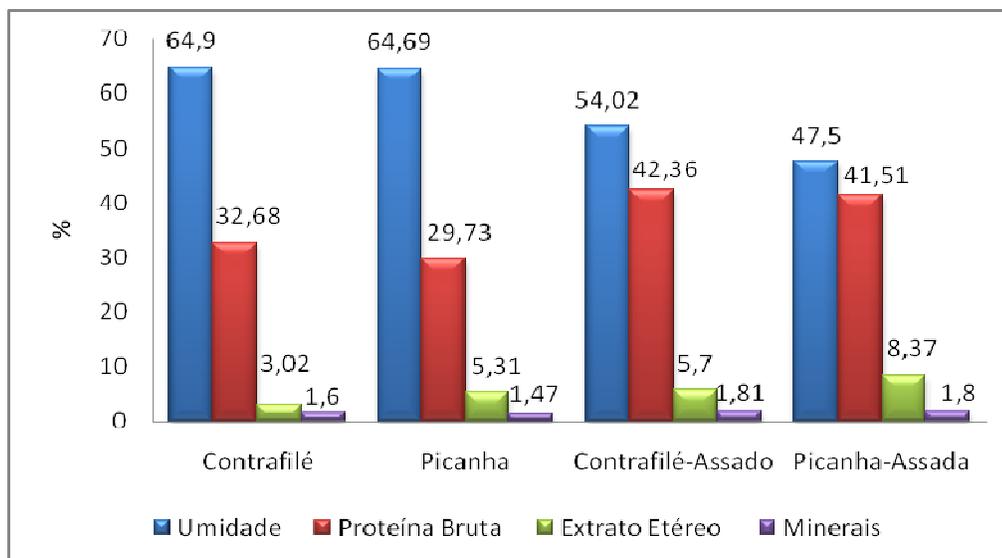


Figura 1. Composição química do contrafilé e da picanha *in natura* e assados.

A análise do colesterol (Tabela 2 e Figura 2) evidenciou diferença ($P < 0,05$) entre os cortes avaliados no presente estudo, sendo que, a picanha apresentou valor 32,46% superior de colesterol em comparação ao contrafilé. Os valores de colesterol encontrados neste estudo, (30,93 e 40,97 mg/100g, para o contrafilé e para a picanha, respectivamente) foram menores que os valores (58,3 a 83,4 mg/100g) considerados normais de colesterol para os diferentes cortes bovinos (WERDI PRATIWI et al., 2006).

Além das diferenças entre os cortes e o preparo, para o colesterol, também houveram efeitos significativos do tipo de óleo (soja ou linhaça) (Tabela 3). Portanto, pode-se comentar que a utilização de dietas contendo óleos ricos em ácidos graxos ômega-6 e ômega-3 influenciaram de forma positiva na diminuição da quantidade de colesterol no organismo dos animais, refletindo em menores teores nos tecidos.

GRUNDY & DENKE (1990) publicaram extensa revisão sobre a influência da alimentação sobre a quantidade de lipídios e das lipoproteínas no organismo animal. Os autores relataram que a alimentação com grandes quantidades de ácidos graxos saturados, principalmente o palmítico (C16:0) e o mirístico (C14:0), influenciam diretamente os receptores hepáticos, aumentando o colesterol. Já os polinsaturados,

como o linoléico (C18:2 n6), possuem funções que auxiliam na diminuição do teor total de colesterol do organismo, principalmente o LDL-colesterol (low density lipoprotein – lipoproteína de baixa densidade), o pior tipo de colesterol. De acordo com os mesmos autores, o ácido linoléico possui habilidade única de reduzir a concentração de LDL-colesterol, muito semelhante a medicamentos hipocolesterolêmicos.

SPRITZ & MISHKEL (1969) postularam uma explicação para a diminuição do colesterol em virtude de uma alimentação rica em ácidos graxos polinsaturados. Segundo esses autores, os lipídios séricos quando enriquecidos com ácidos graxos polinsaturados, ocupam mais espaço dentro das partículas de lipoproteínas, conseqüentemente, menores quantidades de moléculas de éster-colesterol serão encontradas no interior das lipoproteínas de baixa densidade (LDL), portanto, não se reduziria os teores de LDL e sim os teores de colesterol em cada partícula de LDL.

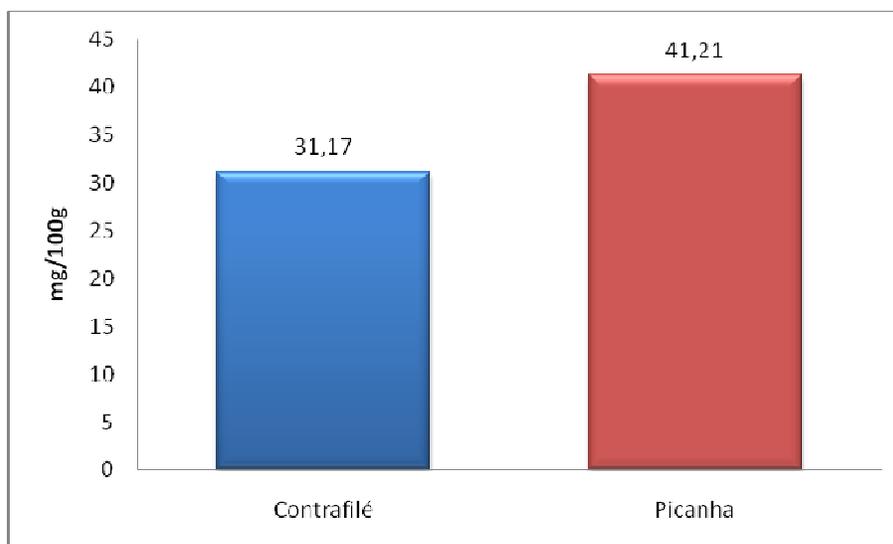


Figura 2. Teores de colesterol no contrafilé e na picanha.

As diferenças encontradas entre os cortes no presente estudo estão associadas à sua localização anatômica. Isto ocorre, em razão das diferentes taxas de desenvolvimento das fibras musculares, da estrutura e do diâmetro das fibras, afetando a taxa de síntese de colesterol entre os diferentes músculos da carcaça (WERDI PRATIWI et al., 2006).

O teor de colesterol maior ($P < 0,05$) na picanha, quando comparado com os valores obtidos no contrafilé, também podem estar relacionados com a maior

quantidade de extrato etéreo na picanha. RULE et al. (1997) avaliaram o teor de colesterol de animais com diferentes teores de gordura na carcaça e encontraram que animais com maiores quantidades de gordura na carcaça possuíam maiores valores de colesterol na carne. Da mesma forma, CHUNG et al. (2006) trabalharam com animais Wagyu e Angus alimentados com dietas a base de milho ou feno e abatidos em diferentes idades; de 8 a 12 meses ou de 16 a 20 meses e encontraram forte correlação entre a quantidade de gordura entremeada na carne e a concentração de colesterol.

Foram encontrados efeitos ($P < 0,05$), em alguns ácidos graxos, para os tratamentos utilizados (óleo de soja ou linhaça, protegidos ou não da degradação ruminal), sendo que as probabilidades da análise de variância estão apresentadas na Tabela 3. Portanto, além dos efeitos relacionados ao corte (contrafilé vs. picanha) e ao método de preparo (*in natura* vs. assado) houveram efeitos ($P < 0,05$) dos tratamentos utilizados.

Tabela 3. Probabilidades da análise de variância dos principais fatores dos ácidos graxos.

Ácidos Graxos	Fatores ¹		
	Tipo de óleo	Proteção	Interação Tipo x Proteção
C10:0	0,181	0,8480	0,0141
C12:0	0,244	0,0017	0,3825
C14:0	0,436	<0,0001	<0,0001
C15:0	0,970	0,3163	0,1947
C16:0	0,440	<0,0001	0,9289
C17:0	<0,0001	0,5391	<0,0001
C18:0	<0,0001	0,0003	<0,0001
C20:0	0,021	0,2676	0,2268
C14:1	<0,0001	<0,0001	0,1015
C16:1	<0,0001	<0,0001	0,0072
C17:1	<0,0001	<0,0001	0,2663
C18:1 n7	<0,0001	<0,0001	<0,0001
C18:1 n9	<0,0001	<0,0001	0,0307
C20:1 n9	0,766	0,0540	0,6212
C18:2 n6	<0,0001	<0,0001	<0,0001
C18:2 c9, t11	<0,0001	<0,0001	0,1106
C18:3 n3	<0,0001	<0,0001	<0,0001
C18:3 n6	<0,0001	<0,0001	<0,0001
C20:2	0,0006	0,0491	0,0125
C20:3 n3	0,4581	0,1025	0,0998
C20:3 n6	0,0021	0,4155	0,0344
C20:5 n3	0,0079	0,0099	0,2526
Colesterol	0,0172	0,0004	0,735
Delta 9 dessaturase	<0,0001	<0,0001	<0,0001

¹Tipo de óleo – Soja ou Linhaça; Proteção: Protegido ou não protegido; Interação – Tipo de óleo e Proteção.

Teores significativamente menores ($P < 0,05$) dos ácidos graxos saturados C12:0, C14:0, C15:0 e C17:0 foram encontrados no corte do contrafilé *in natura* quando comparado ao corte da picanha *in natura* (Tabela 4 e Figura 3).

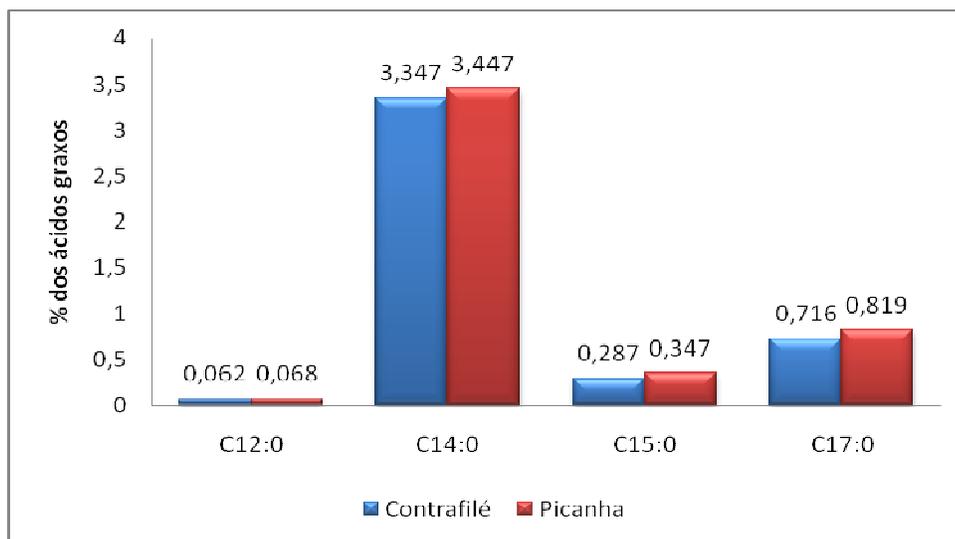


Figura 3. Teores médios dos ácidos graxos C12:0, C14:0, C15:0 e C17:0 no contrafilé e na picanha *in natura*.

BESSA (1999) destacou a hipercolesterolemia como um dos efeitos negativos dos ácidos graxos C12:0 e C14:0 e o C16:0. De acordo com GRUNDY & DANKE, (1990) os ácidos graxos saturados aumentam o nível de colesterol sanguíneo por reduzirem a atividade do receptor LDL - colesterol, que permitem sua remoção e metabolização.

RAES et al. (2004) avaliaram os ácidos graxos de bovinos alimentados com teores semelhantes de ácido linoléico e encontraram diferenças na composição lipídica entre os músculo *Longissimus* e *Triceps brachii*. Os autores alegaram que as diferenças ocorrem devido as quantidades de triacilgliceróis e fosfolipídios encontrados nos músculos da carcaça. De acordo com esses mesmos autores, os fosfolipídios possuem grandes quantidades de ácidos graxos polinsaturados enquanto que os triacilgliceróis são compostos principalmente por ácidos graxos saturados e monoinsaturados. Desta forma, os resultados encontrados neste experimento, podem estar relacionadas às diferenças entre as quantidades de fosfolipídios e triacilgliceróis nos cortes.

Já para a avaliação dos ácidos graxos monoinsaturados (Tabela 4 e Figura 4), observou-se menores teores ($P < 0,05$) dos ácidos graxos C14:1, C16:1, C17:1, C18:1n7 e C18:1n9 para o corte de contrafilé *in natura*. CIFUNI et al. (2004) relataram que os ácidos graxos monoinsaturados com configuração *cis* são hipocolesterolêmicos com a vantagem de não reduzir a quantidade de HDL-colesterol, que protege contra doenças cardíacas.

BESSA (1999) comentou que as propriedades hipocolesterolêmicas dos ácidos graxos monoinsaturados são provavelmente devidas apenas ao ácido oléico (C18:1 *cis*-9) já que outros ácidos graxos monoinsaturados como os ácidos elaídico (C18:1 *trans*-9), palmitoléico (C16:1 *cis*-9) e miristoléico (C14:1 *cis*-9) não partilham das mesmas propriedades, sendo considerados neutros nesse aspecto.

Tabela 4. Comparação entre as composições em ácidos graxos do contrafilé (*Longissimus thoracis*) e da picanha (*Biceps femoris*), *in natura* ou assados, de tourinhos Nelore terminados em confinamento.

Ácidos graxos %	<i>in natura</i>		assado		probabilidades ¹			CV ² %
	contrafilé	picanha	contrafilé	picanha	C	P	CxP	
Ácidos graxos saturados								
C10:0	0,043	0,043	0,054	0,053	ns	**	ns	10,50
C12:0	0,062	0,068	0,076	0,083	**	**	ns	9,41
C14:0	3,347	3,447	3,647	3,641	**	ns	ns	6,10
C15:0	0,287	0,347	0,318	0,367	**	**	ns	7,95
C16:0	25,77	24,88	26,65	25,48	**	**	*	1,66
C17:0	0,716	0,819	0,738	0,819	**	ns	ns	5,89
C18:0	13,97	13,72	13,79	13,15	*	*	ns	5,38
C20:0	0,097	0,099	0,099	0,091	ns	ns	ns	18,38
Ácidos graxos monoinsaturados								
C14:1	0,873	1,033	1,023	1,162	**	**	ns	7,31
C16:1	3,271	3,708	3,495	3,95	**	**	ns	5,18
C17:1	0,637	0,770	0,619	0,766	**	*	ns	4,46
C18:1n7	2,701	2,908	2,917	2,942	**	**	*	5,54
C18:1n9	38,94	39,77	39,78	40,40	**	**	ns	1,81
C20:1n9	0,202	0,205	0,212	0,213	ns	ns	ns	14,00
Ácidos graxos polinsaturados								
C18:2n6	6,085	5,357	4,477	4,513	*	**	*	18,86
C18:2 c9, t11	0,543	0,669	0,565	0,633	**	ns	*	8,91
C18:3n3	0,523	0,402	0,402	0,341	*	**	*	23,01
C18:3n6	0,099	0,093	0,092	0,085	*	**	ns	9,88
C20:2	0,073	0,065	0,059	0,072	ns	ns	*	26,11
C20:3n3	1,229	1,142	0,700	0,861	ns	**	*	31,06
C20:3n6	0,284	0,239	0,181	0,194	ns	**	*	29,23
C20:5n3	0,223	0,181	0,135	0,156	ns	**	*	39,88
Enzima delta 9-dessaturase								
Delta ⁹ -Dessat 18 ³	73,58	74,37	74,25	75,45	**	**	ns	1,53

¹ Probabilidades: C – Corte; P – Preparo; CxP – Interação CorteXPreparo, * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,0001$ e ns – não significativo.

² Coeficiente de variação.

³ Delta 9 - Dessat (18) – índice de atividade da enzima dessaturase nos ácidos graxos com 18 carbonos $C18 = 100(18:1/18:0+18:1)$.

TURK & SMITH (2009) avaliaram a composição em ácidos graxos de vários cortes moídos: carne de peito, pescoço, flanco, lombo, costelas e traseiro. Os autores encontraram diferenças para a quantidade de ácidos graxos monoinsaturados, sendo que, a carne do peito apresentou os maiores valores em relação aos demais cortes. Esses mesmos autores, afirmaram que as diferenças para os ácidos graxos monoinsaturados estão relacionadas, principalmente com a ação de uma enzima denominada Delta 9-dessaturase (Tabela 4). MALAU-ADULI et al. (1997) explicaram que esta enzima é responsável pela dessaturação dos ácidos graxos saturados com 16 e 18 carbonos, convertendo-os em seus correspondentes monoinsaturados, com ligação dupla no carbono 9.

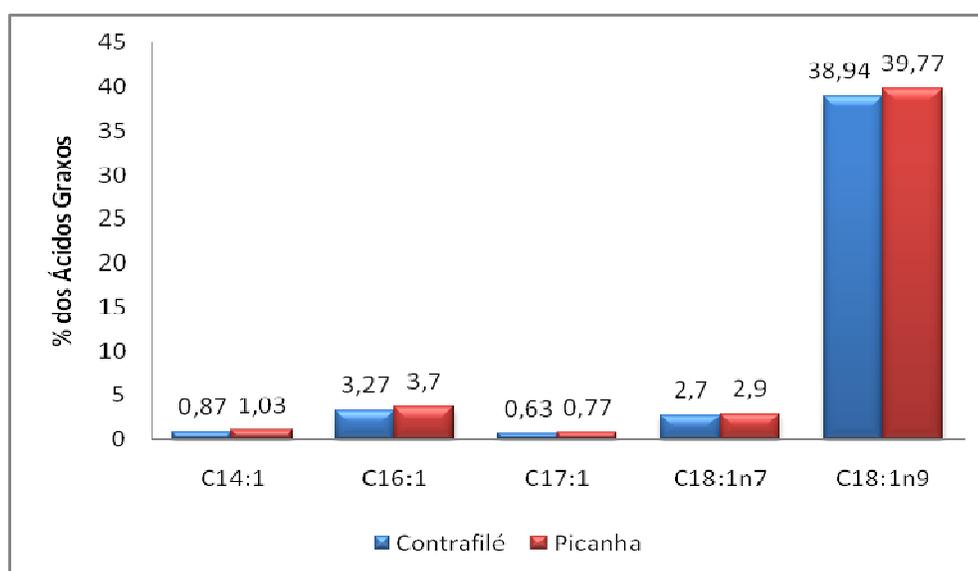


Figura 4. Teores dos ácidos graxos C14:1, C16:1, C17:1, C18:1 n7 e C18:1 n9 no contrafilé e na picanha *in natura*.

No presente estudo, pôde ser observado pelos resultados estimados da ação da enzima Delta9-dessaturase que o corte da picanha possuiu maior ($P < 0,05$) ação desta que o corte do contrafilé (74,37 e 73,58, respectivamente) desta forma, pode-se observar maiores quantidades de ácidos graxos polinsaturados na picanha. De acordo com TURK & SMITH (2009), cortes localizados mais próximos à superfície corporal do animal, podem sofrer maiores ações da Delta9-dessaturase em razão de menores temperaturas e em locais que possuem maiores quantidades de gordura.

A avaliação dos teores de ácidos graxos polinsaturados mostrou maiores ($P < 0,05$) quantidades dos ácidos graxos C18:2n6, C18:3n3, C18:3n6, C20:2, C20:3n6 e C20:5n3 para o corte do contrafilé (Tabela 4 e Figura 5). Quanto ao ALC (C18:2 c9, t11) o corte da picanha apresentou o maior teor ($P < 0,05$) (Tabela 4 e Figura 6), sendo que, esse resultado também está diretamente relacionado com a maior ação da enzima Delta 9-dessaturase no corte da picanha.

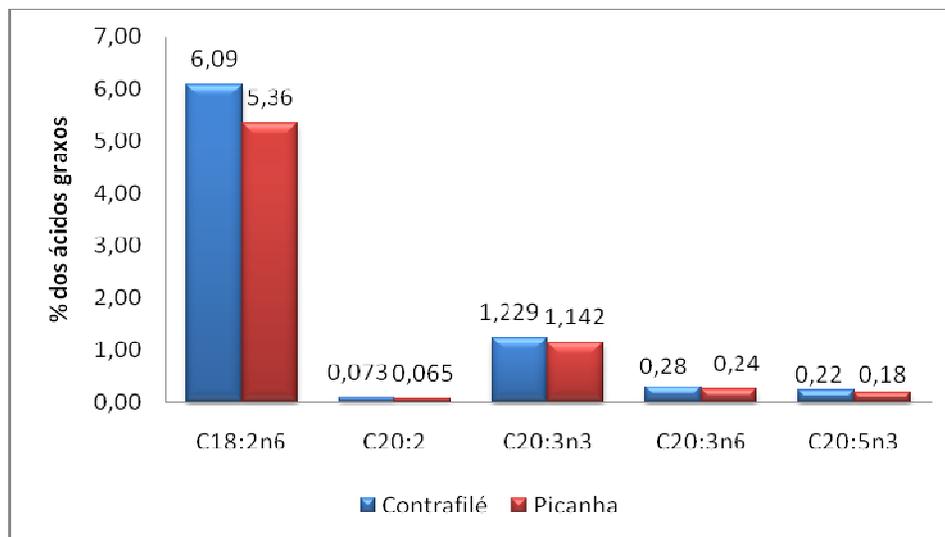


Figura 5. Teores dos ácidos graxos C18:2 n6, C20:2, C20:3 n3, C20:3 n6 e C20:5 n3 no contrafilé e na picanha *in natura*.

MALAU-ADULI et al. (1997) comentaram que a obtenção do ALC pela Delta 9-dessaturase é realizada a partir do ácido *trans* vacênico (C18:1 t11), produzido pela biohidrogenação incompleta dos ácidos linoléico e linolênico pelas bactérias ruminais. Conforme relatado pelos mesmos autores, essa enzima apresenta atuação no epitélio do intestino e tecido muscular, porém em menor intensidade que no tecido adiposo, e sua atividade pode ser influenciada pela raça, pela idade, pelo sexo e pelo grau de maturidade fisiológica dos animais.

De acordo com GRISWOLD et al. (2003), existem duas formas de produção de ALC, a primeira ocorre no rúmen com a biohidrogenação do ácido linoléico e a segunda é a conversão do C18:1 trans11 (ácido *trans* vacênico) para ALC através da enzima Delta9-dessaturase. O ALC é encontrado exclusivamente em produtos oriundos de ruminantes e o homem necessita ingerir por volta de 400 mg de ALC por

dia para receber algum tipo de benefício, nesse sentido, a alimentação diária com carne e leite é fundamental na obtenção deste ácido graxo.

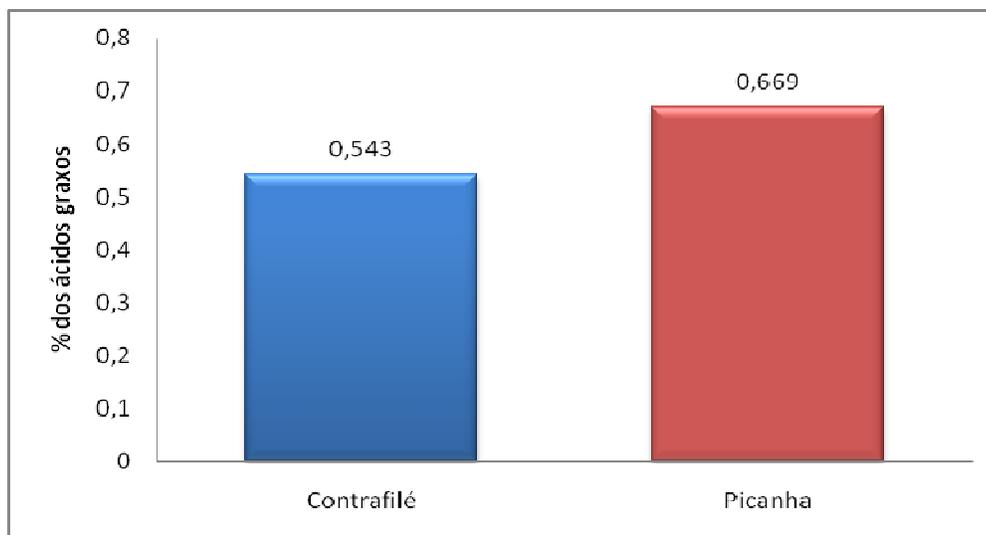


Figura 6. Teores do ácido linoléico conjugado no contrafilé e na picanha *in natura*.

Assando o contrafilé e a picanha, foi possível observar que alguns ácidos graxos saturados apresentaram aumentos significativos ($P < 0,05$) em seus teores, como o C10:0, C12:0, C15:0 (Tabela 4 e Figura 7) e C16:0 (Tabela 4 e Figura 8). Esses resultados corroboram aos obtidos por ALFAIA et al. (2010) que trabalharam com a carne de tourinhos Alantejano de 7 a 12 meses de idade, submetidos a diferentes tipos de cocção (grelhado, ensopado e em microondas) e encontraram aumento nos teores dos ácidos graxos C12:0 e C14:0 no músculo *Longissimus*.

De acordo com ALFAIA et al. (2010), existem muitos mecanismos responsáveis pelas mudanças da composição lipídica da carne, entre eles podemos citar a perda de umidade e a oxidação lipídica. Os mesmos autores comentaram que as propriedades físico-químicas da carne sofrem várias mudanças durante um processo de aquecimento, especialmente, sua composição lipídica que combinado com o método de cocção proporcionam grandes mudanças na qualidade final da carne.

Entretanto, SCHEEDER et al. (2001) encontraram diminuições nas concentrações de alguns ácidos graxos saturados (C14:0, C16:0 e C18:0) e aumento nas concentrações dos ácidos graxos polinsaturados, quando trabalharam

com carne processada de touros suíços alimentados com diferentes tipos de óleos e gorduras (gordura protegida, óleo de coco, grãos de girassol e linhaça). Os autores, comentaram que os ácidos graxos polinsaturados sofreram menores efeitos da cocção, como a oxidação, por pertencerem às estruturas das membranas celulares, enquanto que, os ácidos graxos saturados estão presentes, em sua maioria, nos triglicérides do tecido adiposo que sofrem maiores perdas, principalmente, devido ao gotejamento.

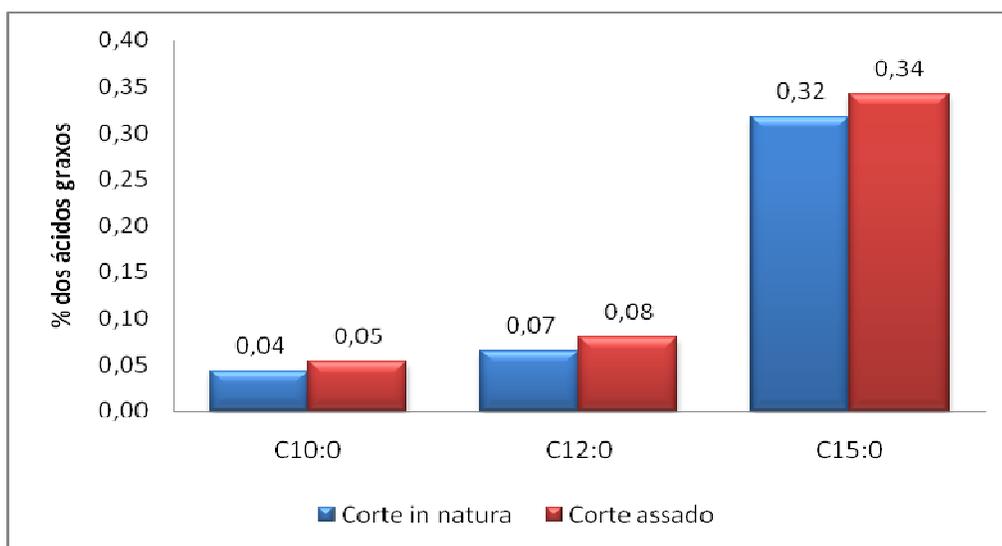


Figura 7. Teores dos ácidos graxos C10:0, C12:0 e C15:0 nos cortes *in natura* ou assados.

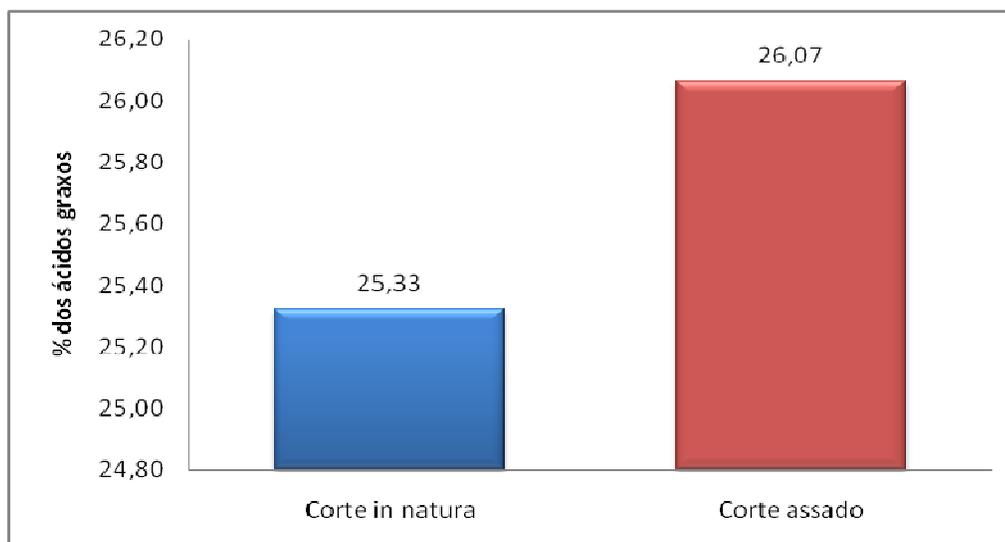


Figura 8. Teor do ácido graxo C16:0 dos cortes *in natura* ou assados.

Para todos os ácidos graxos polinsaturados foram encontradas interações ($P < 0,05$) entre o corte e o preparo, exceto para o ácido graxo gama linolênico (C18:3 n6). A avaliação das interações evidenciou menores teores dos ácidos graxos C18:2 n6 (Tabela 4 e Figura 9), C20:2, C20:3 n3, C20:3 n6 e C20:5 n3, para o corte do contrafilé *in natura* (Tabela 4).

RODRIGUEZ-ESTRADA et al. (1997) descreveram que o tratamento térmico pode desencadear mudanças desagradáveis na carne como a perda de ácidos graxos essenciais, reduzindo seu valor nutricional, principalmente devido a oxidação dos lipídios. Além disso, cortes cárneos com maiores quantidades de ácidos graxos polinsaturados, estão propensos a sofrerem maiores quantidades de oxidação.

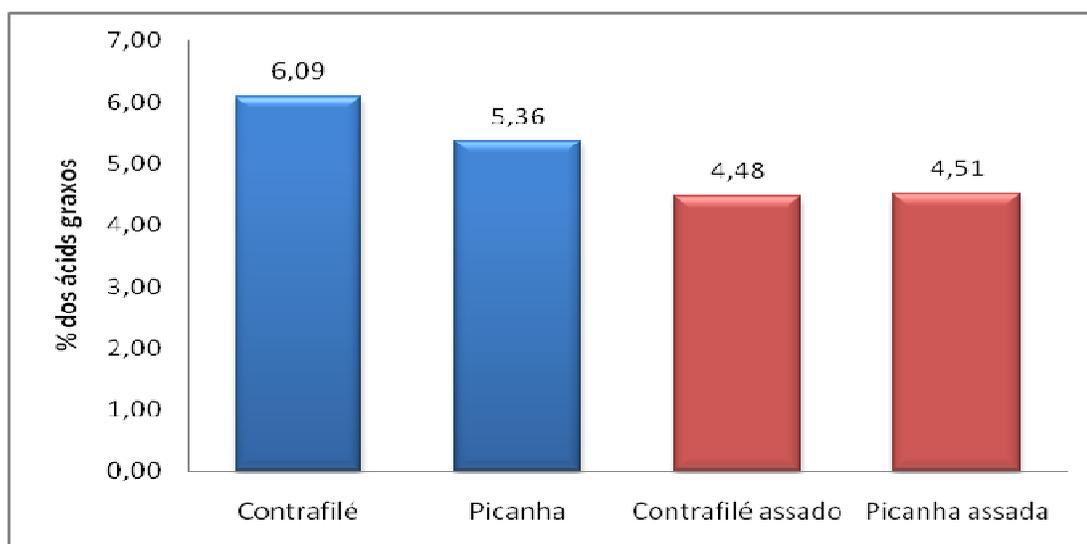


Figura 9. Teores do ácido graxo linoléico nos cortes *in natura* ou assados.

No presente estudo, o ALC não diferiu ($P < 0,05$) entre os cortes *in natura* ou assados. HA et al. (1989) relataram que a temperatura pelas quais a carne é preparada pode influenciar as oxidações térmicas do ácido linoléico, em alguns casos, pode ser observados aumentos na concentração do ALC. Entretanto, alguns métodos de preparo da carne, poderiam influenciar de forma negativa a quantidade do ALC, sendo que, temperaturas extremamente altas poderiam desnaturar este importante ácido graxo.

Segundo SHANTHA et al. (1994) desde que o ALC assumiu papel importante como elemento benéfico a saúde, existe a necessidade de se estabelecer como a

carne deve ser preparada, afim de não afetar negativamente a concentração de ALC.

Os dados referentes às somas e às relações dos ácidos graxos também foram avaliadas quando aos efeitos dos tratamentos utilizados (óleo de soja ou linhaça, protegidos ou não da degradação ruminal), sendo que as probabilidades da análise de variância estão apresentadas na Tabela 5. Entretanto, no presente estudos serão focadas apenas os resultados referentes aos cortes e métodos de preparos.

Tabela 5. Probabilidades da análise de variância dos principais fatores das somas e relações entre os ácidos graxos.

Ácidos Graxos	Tipo de óleo	Fatores ¹	
		Proteção	Interação Tipo x Proteção
AGS	<0,0001	<0,0001	<0,0001
AGI	<0,0001	<0,0001	<0,0001
AGMI	<0,0001	<0,0001	0,015
AGPI	0,051	0,012	<0,0001
ômega-3	<0,0001	<0,0001	0,0007
ômega-6	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Relações entre os ácidos graxos			
AGI:AGS	<0,0001	<0,0001	<0,0001
AGMI:AGS	<0,0001	<0,0001	0,002
AGPI:AGS	0,572	0,293	<0,0001
ômega-6:ômega-3	<0,0001	<0,0001	<0,0001

¹Tipo de óleo – Soja ou Linhaça; Proteção: Protegido ou não protegido; Interação – Tipo de óleo e Proteção.
 AGS – saturados – C10:0 + C12:0 + C14:0 + C15:0 + C16:0 + C17:0 + C18:0 + C20:0.
 AGI - Insaturados - C14:1+ C16:1+ C17:1+ C18:1n7+ C18:1n9 + C18:2 n6+ C18:2 c9, t11+ C18:3n3+ C18:3n6+ C20:1n9+ C20:2+ C20:3 n3+ C20:3n6+ C20:5n3.
 AGMI – monoinsaturados – C14:1+ C16:1+ C17:1+ C18:1n7+ C18:1n9+ C20:1n9.
 AGPI – polinsaturados - C18:2n6+ C18:2 c9, t11+ C18:3n3+ C18:3n6+ C20:2+ C20:3n3+ C20:3n6+ C20:5 n3.
 ômega-3 – soma dos ácidos graxos ômega-3 - C18:3n3+ C20:3n3+ C20:5n3.
 ômega-6 – ácidos graxos ômega-6 - C18:2n6+ C18:3n6+ C20:3n6.
 AGI:AGS – Relação entre a soma dos ácidos graxos insaturados e saturados.
 AGMI:AGS – Relação entre a soma dos ácidos graxos Monoinsaturados e saturados.
 AGPI:AGS – Relação entre a soma dos ácidos graxos Polinsaturados e saturados.
 ômega-6:ômega-3– Relação entre a soma dos ácidos graxos ômega-6 e ômega-3.

Interações ($P < 0,05$) entre o corte e o preparo (CxP) foram encontradas para as somas dos ácidos graxos polinsaturados, ômega-3 e ômega-6 e para as relações polinsaturados:saturados (AGPI:AGS) e ômega-6:ômega-3 (Tabela 6). Sendo que, o contrafilé assado apresentou as menores somas e as piores relações em todas as variáveis em estudo.

Foram observados maiores ($P < 0,05$) somas de ácidos graxos saturados (AGS) para o contrafilé. Enquanto que para a picanha, foram encontradas maiores

($P < 0,05$) somas dos ácidos graxos insaturados (AGI) e monoinsaturados (AGMI). Já para os ácidos graxos ômega-3 e ômega-6, as maiores ($P < 0,05$) somas foram encontradas no corte do contrafilé (Tabela 6 e Figura 10).

As diferenças de ácidos graxos encontradas entre os músculos do presente estudo podem estar relacionadas com as quantidades de fosfolipídios e triacilgliceróis presentes nos diferentes músculos. De acordo com RAES et al. (2004), a maior quantidade de triacilgliceróis em relação aos fosfolipídios, proporcionam maiores quantidades de ácidos graxos saturados e polinsaturados.

Tabela 6. Comparação entre as relações dos ácidos graxos do contrafilé (*Longissimus thoracis*) e da picanha (*Biceps femoris*), *in natura* ou assados, de tourinhos Nelore terminados em confinamento.

Somadas dos ácidos graxos ³	<i>in natura</i>		<i>assado</i>		probabilidades			CV %
	contrafilé	picanha	contrafilé	picanha	C	P	CxP	
AGS	44,30	43,43	45,38	43,69	**	*	ns	2,80
AGI	55,69	56,56	54,61	56,30	**	*	ns	2,20
AGMI	46,63	48,40	48,03	49,44	**	**	ns	1,80
AGPI	9,11	8,20	5,95	6,16	ns	**	*	19,23
ômega-3	1,97	1,72	1,19	1,35	ns	**	*	26,47
ômega-6	6,46	5,69	4,75	4,79	*	**	*	18,86
Relações entre os ácidos graxos ⁴								
AGI:AGS	1,26	1,31	1,20	1,29	**	*	ns	5,20
AGMI:AGS	1,05	1,12	1,06	1,13	**	ns	ns	3,68
AGPI:AGS	0,20	0,19	0,13	0,14	ns	**	*	22,83
ômega-6:ômega-3	3,46	3,47	4,13	3,62	**	**	*	8,57

¹ Probabilidades: C – Corte; P – Preparo; CxP – Interação CorteXPreparo, * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,0001$ e ns – não significativo.

² Coeficiente de variação.

³ Soma entre os ácidos graxos:

AGS – saturados – C10:0 + C12:0 + C14:0 + C15:0 + C16:0 + C17:0 + C18:0 + C20:0.

AGI - Insaturados - C14:1+ C16:1+ C17:1+ C18:1n7+ C18:1n9 + C18:2 n6+ C18:2 c9, t11+ C18:3n3+ C18:3n6+ C20:1n9+ C20:2+ C20:3 n3+ C20:3n6+ C20:5n3.

AGMI – monoinsaturados – C14:1+ C16:1+ C17:1+ C18:1n7+ C18:1n9+ C20:1n9.

AGPI – polinsaturados - C18:2n6+ C18:2 c9, t11+ C18:3n3+ C18:3n6+ C20:2+ C20:3n3+ C20:3n6+ C20:5 n3.

ômega-3 – soma dos ácidos graxos ômega-3 - C18:3n3+ C20:3n3+ C20:5n3.

ômega-6 – ácidos graxos ômega-6 - C18:2n6+ C18:3n6+ C20:3n6.

⁴Relções entre os ácidos graxos:

AGI:AGS – Relação entre a soma dos ácidos graxos insaturados e saturados.

AGMI:AGS – Relação entre a soma dos ácidos graxos monoinsaturados e saturados.

AGPI:AGS – Relação entre a soma dos ácidos graxos polinsaturados e saturados.

ômega-6:ômega-3– Relação entre a soma dos ácidos graxos ômega-6 e ômega-3.

PICARD et al. (1998) comentaram que músculos glicolíticos possuem menores quantidades de fosfolipídios, que são restritos às membranas que resultariam em menores quantidades de ácidos graxos polinsaturados e como consequência maiores quantidades de ácidos graxos saturados e monoinsaturados.

Para a carne assada, observou-se maiores quantidades ($P < 0,05$) de ácidos graxos saturados no contrafilé, em comparação com o mesmo corte *in natura*. Para a picanha, foi encontrada diferença ($P > 0,05$) para AGS, porém, com valores muito próximos entre corte assado e *in natura* (Tabela 6). Provavelmente, os menores teores de ácidos graxos saturados na picanha estejam relacionados com a maior ação da enzima Delta 9-dessaturase, que como já citado anteriormente, tem papel importante na transformação de ácidos graxos saturados em monoinsaturados.

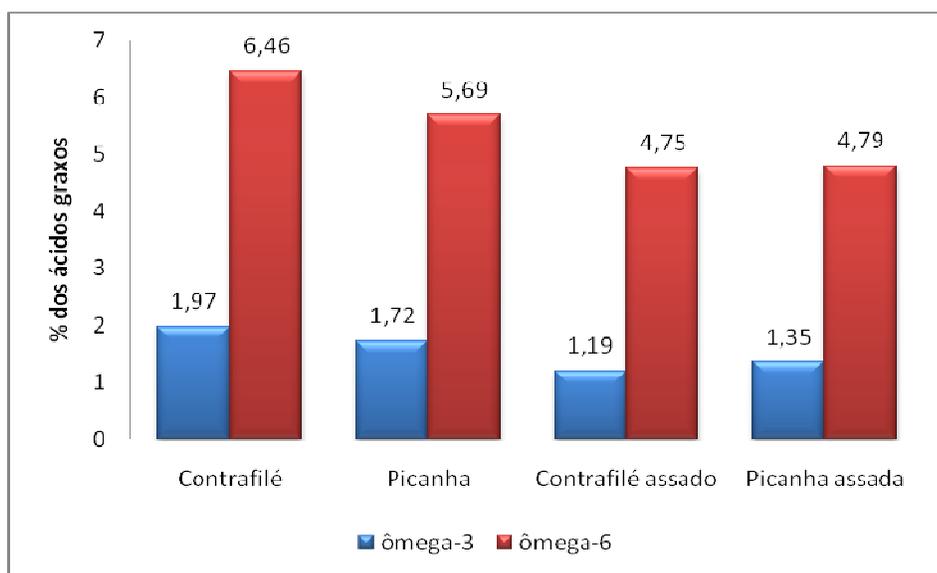


Figura 10. Soma dos ácidos graxos ômeças-3 e ômega-6 dos cortes *in natura* ou assados.

Foram observadas perdas ($P < 0,05$) de ácidos graxos polinsaturados e ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 quando os dois cortes sofreram o processo de cocção. ALFAIA et al. (2010) encontraram resultados semelhantes, com diminuição dos teores de ácidos graxos polinsaturados, sendo que, esse resultados podem estar relacionados a maior susceptibilidade dos ácidos graxos polinsaturados em oxidarse.

A picanha apresentou as melhores ($P < 0,05$) relações insaturados:saturados (AGI:AGS) e monoinsaturados:saturados (AGMI:AGS), enquanto que, as relações polinsaturados:saturados (AGPI:AGS) e ômega-6:ômega-3 ($n6:n3$) foi melhor ($P < 0,05$) para o contrafilé (Tabela 6 e Figura 11). Os resultados referentes às

relações são em razão, principalmente, dos valores individuais de cada ácido graxo (Tabela 4).

ALFAIA et al. (2010) relataram ainda que existem recomendações quanto as relações entre os ácidos graxos, as relação entre AGPI:AGS não deve ser menor que 0,45 e a relação ômega-6:ômega-3 não deve ultrapassar 4. Os resultados obtidos no presente estudo mostraram que a relação AGPI:AGS esteve distante do ideal, porém, a relação ômega-6:ômega-3, mesmo quando a carne foi assada, esteve próximo aos padrões considerados bons do ponto de vista da saúde humana.

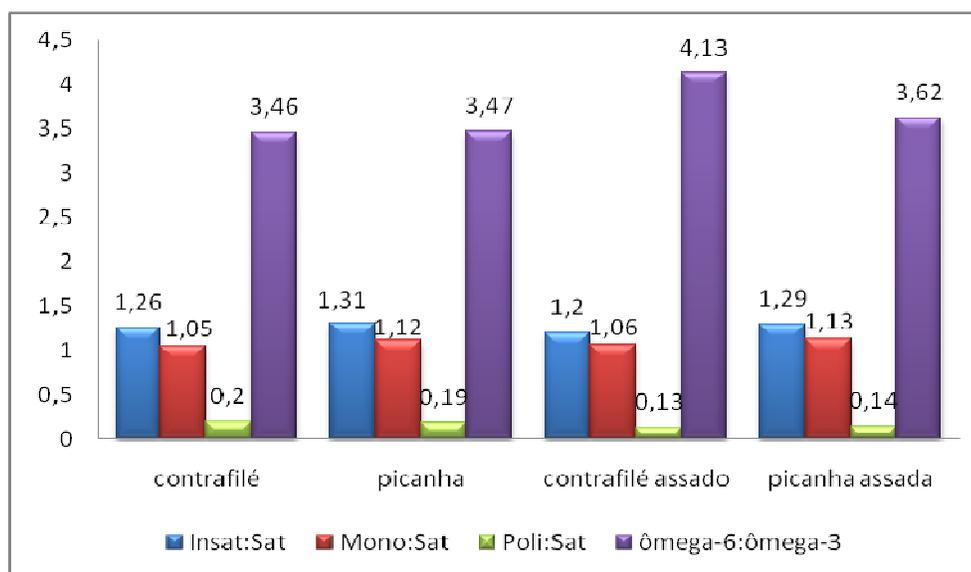


Figura 11. Relações entre os ácidos graxos dos cortes *in natura* e assados.

4 Conclusões

Assar a carne diminui sua umidade e conseqüentemente concentra a proteína bruta, o extrato etéreo e os minerais nos cortes do contrafilé e picanha.

A picanha possui maiores quantidades de ácido graxo mirístico C14:0, em contrapartida os maiores teores de ácido linoléico conjugado são encontrados nesse corte.

O contrafilé, no presente estudo, mostrou melhor composição em ácidos graxos quando *in natura*, porém quando assado, perde ácidos graxos importantes.

Independentemente do corte, assar afeta negativamente as quantidades de ácidos graxos polinsaturados, ômega-3 e ômega-6, além da relação ômega-6:ômega-3.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHÃO, J.J.S.; PRADO, I.N.; PEROTTO, D. et al. Características de carcaças e da carne de tourinhos submetidos a dietas com diferentes níveis de substituição do milho por resíduo úmido da extração da fécula de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1640-1650, 2005.
- ABULARACH, M.L.; ROCHA, C.E.; FELÍCIO, P.E. Características de qualidade do contra-filé (m. *L. dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.2, p.205-210, 1998.
- ALFAIA, C.M.M.; ALVES, S.P. LOPES, A.F., et al. Effect of cooking methods on fatty acids, conjugated isomers of linoleic acid and nutritional quality of beef intramuscular fat. **Meat Science**, v.84, p.769-777, 2010.
- ALVES, D.D.; MANCIO, A.B. Maciez da carne bovina – Uma Revisão. **Revista da FZVA**, v.14, n.1, p.193-216. 2007.
- ARRIGONI, M.B. **Eficiência produtiva de bovinos de corte no modelo biológico superprecoce**. 2003. 428p. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**, 16.ed. Washington, DC, 1995. 1011p.
- BARTON, L.; MAROUNEK, M.; KUDRNA, V. et al. Growth performance and fatty acid profiles of intramuscular and subcutaneous fat from Limousin and Charolais heifers fed extruded linseed. **Meat Science**, v.76, p.517-523, 2007.
- BAUMAN, D.E.; BAUMGARD, L.H.; CORL, B.A. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.77, p.1-15, 1999.
- BEAULIEU, A.D.; DRACKLEY, J.K.; MERCHEN, N.R. Concentrations of conjugated linoleic acid (cis-9, trans-11octadienoic acid) are not increased in tissue lipids of cattle fed with high concentrate diet supplemented with soybean oil. **Journal of Animal Science**, v.80, n.3, p.847-861, 2002.
- BESSA, R.J.B. Revalorização nutricional das gorduras dos ruminantes. In: SYMPOSIUM EUROPEO – ALIMENTACIÓN EM EL SIGLO XXI, Badajoz, 1999. **Anais...** Badajoz, 1999. p.283-313.
- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, p.911-917, 1959.
- BOLEMAN, S.J.; BOLEMAN, S.L.; MILLER, R.K. et al. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. **Journal of Animal Science**, v.75, n.6, p.1521-1524, 1998.
- BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUES-AMAYA, D.B. Teores de colesterol em carne suína e bovina e efeito do cozimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.15, n.1, p.11-17, 1995.
- CALKINS, C.R.; HODGEN, J.M. A fresh look at meat flavor. **Meat Science**, v.77, p.63–80, 2007.

- CERVIERI, R.C.; ARRIGONI, M.B.; OLIVEIRA, H.N. Desempenho e características de carcaça de bezerros confinados recebendo dietas com diferentes degradabilidades da fração protéica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1590-1599, 2001.
- CHIZZOLINI, R.; ZANARDI, E.; DORIGONI, V. et al. Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. **Trends in Food Science & Technology**, v.10, p. 119-128, 1999.
- CHUNG, K.Y., LUNT, D.K., CHOI, C.B. et al. Lipid characteristics of subcutaneous adipose tissue and M. *Longissimus thoracis* of Angus and Wagyu steers fed to US and Japanese endpoints. **Meat Science**, v.73, p.432-441. 2006.
- CHURCH, D.C. **El rumiante: fisiologia digestiva e nutricion**. Zaragoza: Acribia, 1988. 640p.
- CIFUNI, G.F.; NAPOLITANO, F.; RIVIEZZI, A.M. et al. Fatty acid profile, cholesterol content and tenderness of meat from Podolian young bulls. **Meat Science**, v.67, p.289-297, 2004.
- COOPER, S.L.; SINCLAIR, L.A.; WILKINSON, R.G. et al. Manipulation of the n-3 fatty acid content of muscle and adipose tissue in lambs. **Journal of Animal Science**. v.82, n.5, p.1461-1470, 2004.
- CORÓ, A.G.; YOUSSEF, E.Y.; SHIMOKOMAKI, M. Carne do Zebu: O que está atrás da sua textura. **Revista Nacional da Carne**, v.23, n.271, p.28-34, 1999.
- CORRÊA, E.S. **Sistema semi- intensivo de produção de carne de bovinos nelore no centro oeste do Brasil**. Campo Grande: Embrapa, 2000. 49p.
- COSTA, E.C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L. et al. Composição física da carcaça, qualidade 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**, v.31, n.1, p.417-428, 2002. (Suplemento)
- COUTINHO FILHO, J.L.V.; PERES, R.M.; JUSTO, C.L. Produção de carne de bovinos contemporâneos, machos e fêmeas, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2043-2049, 2006.
- CRUZ, G.M. Efeito do peso de abate sobre a qualidade da carcaça e o rendimento de cortes cárneos comerciais de bovinos jovens cruzados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001, São Pedro. **Anais...** Campinas:CTC:ITAL, 2001. p. 92-93.
- ENGLE, T.E.; SPEARS, T.A.; ARMSTRONG, T.A. et al. Effects of dietary cooper source and concentration on carcass characteristics and lipid and cholesterol metabolism in growing and finishing steers. **Journal of Animal Science**, v.78, n.3, p.1053-1059, 2000.
- ENSER, M.; SCOLLAN, N.D.; CHOI, N.J. et al. Effects of dietary lipid on the content of conjugated linoleic acid in beef muscle. **Animal Science**, v.69, n.1, p.143-146, 1999.

FELÍCIO, P.E. A carcaça Nelore para o desossador. In: SEMINÁRIO MANAH “O NELORE PARA CARNE”, 5, Fazenda Mundo Novo, 1995. **Anais...** Brotas: Fazenda Mundo Novo. p.18-34, 1995.

FELÍCIO, P. E. Carne tropical. **Revista ABCZ**, n.19, p.208-210, 2004.

FELÍCIO, P.E.. Dois aspectos de competitividade da carne de *Bos indicus*, um positivo e outro negativo. In: I Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas. **Anais...** Associação Brasileira de Criadores de Zebu. Uberaba, 1994, p.63-71.

FELICIO, P.E. Fatores que Influenciam na Qualidade da Carne Bovina. In: A. M. Peixoto; J. C. Moura; V. P. de Faria. (Org.). **Produção de Novilho de Corte**. 1.ed. Piracicaba: FEALQ, 1997, v. Único, p.79-97.

FELÍCIO, P.E. QUALIDADE DA CARNE BOVINA: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ORGANOLÉPTICAS In: XXXVI Reunião Anual da SBZ, 1999, Porto Alegre. **Anais...** Rio Grande do Sul: Sociedade Brasileira de Zootecnia.

FELÍCIO, P.E. Sistemas de qualidade assegurada na cadeia da carne bovina: a experiência brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES. **Carne: Qualidade e segurança para os consumidores do novo milênio**. Campinas: CTC/ITAL, 2001. 1, p.342-355.

FERNANDES, A.R.M.; SAMPAIO, A.A.M; HENRIQUE, W. et al. 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**, v.38, n.2, p.328-337, 2009.

FERNANDES, A.R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; HENRIQUE, W. et al. Características da carcaça e da carne de bovinos sob diferentes dietas, em confinamento. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.139-147, 2008.

FERNANDES, A.R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; HENRIQUE, W. et al. Composição química e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos de diferentes condições sexuais recebendo silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.705-712, 2009.

FOX, D.G.; SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3578-3596, 1992.

FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F. 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**, v.78, n.5, p.2849-2855, 2000.

GILLIS, M.H.; DUCKETT, S.K.; SACKMANN, J.R. Effects of supplemental rumen-protected conjugated linoleic acid or corn oil on fatty acid composition of adipose tissues in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.82, p.1419-1427, 2004.

GIVENS, D.I.; KLIEM, K.E.; GIBBS, R.A. The role of meat as a source of n3 polyunsaturated fatty acids in the human diet. **Meat Science**, v.74, p.209–218, 2006.

GRISWOLD, K.E.; APGAR, G.A.; ROBINSON, R.A. et al. Effectiveness of short-term feeding strategies for altering conjugated linoleic acid content of beef. **Journal of Animal Science**, v.81, p.1862-1871, 2003.

GRUNDY, S.M.; DENKE, M.A. Dietary influences on serum lipids and lipoproteins. **Journal of Lipid Research**, v.81, p.1149-1172, 1990.

GREGORY, N.G. **Animal welfare and meat science**. Cambridge: University Press, 1998. 289p.

HA, Y.L.; GRIMM, N.K.; PARIZA, M.W. Newly recognized anticarcinogenic fatty acids: Identification and quantification in natural and processed cheeses. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.37, p.75-81, 1989.

HALLBERG, L.; BJÖRN-RASMUSSEN, E.; HOWARD, L.; et al. Dietary heme iron absorption. **Scandinavian Journal of Gastroenterology**, v.14, n.7, p.769-779, 1979.

HAMM, R. Functional properties of the miofibrillar system and their measurement. In: BECHTEL, P.J. **Muscle as food**. Orlando: Academic Press, 1986. p.135-199.

HEINEMANN, R.J.B.; PINTO, M.F.; PONSANO, E.H.G. et al. Método simples para estimar encurtamento pelo frio em carne bovina. **Ciência Rural**, v.32, n.2, p.335-339, 2002

HOUBEN, J.H.; VAN DIJK, A.; EIKELENBOOM, G. et al. Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on color stability and lipid oxidation in minced meta. **Meat Science**, v.55, n.3, p.331-336, 2000.

JOHNSON, M.H.; CALKINS, C.R.; RUFFMAN, R.D. et al. Differences in cathepsin B + L and calcium-dependent protease activities among breed type and their relationship to beef tenderness. **Journal of Animal Science**, v.68, p.2371-2379, 1990.

JORGE, A.M.; FONTES, C.A.A.F.; PAULINO, M.F. et al. Desempenho produtivo de animais de quatro raças zebuínas, abatidos em três estádios de maturidade. 2. Características da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.381-387, 1999.

KELLY, M.L.; KOLVER, E.S.; BAUMAN, D.E. et al. Effect of intake of pasture on concentrations of conjugated linoleic acid in milk of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.4, p.1630-1636, 1998.

KUSS, F.; RESTLE, J.; KOSLOSKI, G.V. et al. Perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular da carne de vacas de descarte de diferentes grupos genéticos terminadas em confinamento, abatidas com distintos pesos. **Ciência Rural**, v.37, n.3, p.815-820, 2007.

LANDELL, M.G.A.; CAMPANA, M.P.; RODRIGUES, A.A. et al. **A variedade IAC84-2480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros**: manejo de produção e uso na alimentação animal. Boletim Técnico IAC 193, Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. 39p.

LAWRIE, R.A. **Ciência da carne**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 384p.

LEME, P.R. **Terminação de novilhos Nelore com dietas com milho grão úmido e sais cálcicos de ácidos graxos: desempenho e perfil de ácidos graxos**. 2003.

35p. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

LORENZEN, C.L.; GOLDEN, J.W.; MARTZ F.A. et al. Conjugated linoleic acid content of beef differs by feeding regime and muscle. **Meat Science**, v.75 p.159–167, 2007.

MADDOCK, T.D.; BAUER, M.L.; KOCH, K.B.; et al. Effect of processing flax in beef feedlot diets on performance, carcass characteristics, and trained sensory panel ratings. **Journal of Animal Science**, v.84, p.1544-1551, 2006.

MALAU-ADULI, A.E.O.; SIEBERT, B.D.; BOTTEMA, C.D.K. et al. A comparison of the fatty acid composition of triacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.48, n.5, p.715-722, 1997.

MARMER, W.N.; MAXWELL, R.J.; WILLIAMS, J.E. Effects os dietary regimen and tissue site on bovine fatty acid profiles. **Journal of Animal Science**, v.59, n.1, p.109-121, 1984.

MARTIN, C.A.; ALMEIDA, V.V.; RUIZ, M.R.; et al. Ácidos graxos polinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v.19, n.6, p.761-770, 2006.

MEILGAARD, D.; CIVILLE, G.V.; CAN, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. Florida: CRC Press Inc., 1991. 39p.

MIR, P.S.; IVAN, M.; HE, M.L. et al. Dietary manipulation to increase conjugated linoleic acids and other desirable fatty acids in beef: A review. **Canadian Journal of Animal Science**, n.3, p.673-685, 2003.

MOREIRA, F.B.; SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M. et. al. Evaluation of carcass characteristics and meat hemical composition of *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred steers finished in pasture systems. **Brazilian archives of biology and technology**, v.46, n.4, p.609-616, 2003.

OLIVEIRA, E.A. **Desempenho, composição física das carcaças e qualidade da carne de tourinhos Nelore e Canchim terminados em confinamento**. 2008, 64p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

OSER, B. L. **Hawk's physiological chemistry**. 14.ed. New York: McGraw Hill Book, 1965. 1472 p.

PACHECO, P.S.; RESTLE, J.; SILVA, J.H.S. et al. Composição física da carcaça e qualidade da carne de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1691-1703, 2005.

PICARD, B.; DURIS, M.P.; JUNE, C. Classification of bovine muscle fibres by different histochemical techniques. **Histochemical Journal**, v.30, p.473-479, 1998.

PEREIRA, A.S.C. **Qualidade da carne de bovinos Nelore (*Bos taurus indicus*) suplementados com vitamina E**. 2002. 83p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP.

RAES, K.; FIEVEZ, V.; CHOW, T.T. et al. Effect of diet and dietary fatty acids on the transformation and incorporation of C18 fatty acids in double-musled Belgian Blue young bulls. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, p.6035-6041. 2004.

RAES, K.; HAAK, L.; BALCAEN, A.; et al. Effect of linseed feeding at similar linoleic acid levels on the fatty acid composition of double-musled Belgian Blue young bulls. **Meat Science**, v. 66, p.307-315, 2004.

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. **Avaliação de qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 1 ed. Viçosa: UFV, 2007. 599p.

RLM 2.0 – **Ração de Lucro Máximo**. Versão 2.0. LANNA, D.P.D.; BARIONI, L.G.; TEDESCHI, L.O.; BOIN, C. Esalq, Departamento de Zootecnia, Piracicaba – SP.1999.

RIBEIRO, F.G.; LEME, P.R.; BULLE, M.L.M. et al. Características da carcaça e qualidade da carne de tourinhos alimentados com dietas de alta energia. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.31, n.2, p.749-756, 2002.

RODRIGUES, V.C.; BRESSAN, M.C.; CARDOSO, M.G.; Ácidos graxos na carne de búfalos e bovinos castrados e inteiros. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.33, n.2, p.434-443, 2004.

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

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

RULE, D.C.; BROUGHTON, K.S; SHELLITTO, S.M. et al. Comparison of muscle fatty acid profiles and cholesterol concentrations of bison, beef cattle, elk, and chicken. **Journal of Animal Science**, v.80, p.1202-1210, 2002.

RULE, D.C., MACNEIL, M.D.; SHORT, R.E. Influence of sire growth potential, time on feed, and growing-finishing strategy on cholesterol and fatty acids of the ground carcass and *Longissimus* muscle of beef steers. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1525–1533, 1997.

SAMPAIO, A.A.M.; OLIVEIRA, E.A.; HENRIQUE, W. et al. Composição química e teores de colesterol da carne do contrafilé de bovinos jovens terminados em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Lavras. **Anais...** Minas Gerais: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008. 1 CD.

SAMPAIO, I.B.M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. 2.ed. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2002. 265p.

SARRIÉS, M.V.; MURRAY, B.E.; MOLONEY, A.P. et al. The effect of cooking on the fatty acid composition of longissimus muscle from beef heifers fed rations designed to increase the concentration of conjugated linoleic acid in tissue. **Meat Science**, v.81, p.307–312, 2009.

SAS – Statistical Analysis System. **User's guide**. Cary: Statistics, CD-Rom, 2001.

- SCHEEDER, M.R.L.; CASUTT, M.M.; ROULIN, M. et al. Fatty acid composition, cooking loss and texture of beef patties from meat of bulls fed different fats. **Meat Science**, v.58, p.321-328, 2001.
- SCOLLAN, N.; CHOI, N.J.; KURT, E.; et al. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. **British Journal of Nutrition**, v.85, p.115-124, 2001.
- SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J.F.; NUERNBERG, K. et al. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, v.74, n.1, p.17-33, 2006.
- SHANTHA, N.C.; CRUM, A.D.; DECKER, E.A. Evaluation of conjugated linoleic acid concentrations in cooked beef. **Journal of Agricultural and Chemistry**, v.42, n.8, p.1757-1760, 1994.
- SHANTHA, N.C.; MOODY, W.G.; TABELIDI, Z. Conjugated linoleic acid concentration in semimembranosus muscle of grass and grain-fed and zeranol-implanted beef cattle. **Journal of Muscle Foods**, n.8, p.105–110, 1997.
- SILVA, S.L.; LEME, P.R.; PEREIRA, A.S.C. et al. Correlações entre características de carcaça avaliadas por ultra-som e pós-abate em novilhos Nelore, alimentados com altas proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1236-1242, 2003.
- SILVA, S.L.; LEME, P.R.; PUTRINO, S.M. et al. Milho grão seco ou úmido com sais de cálcio de ácidos graxos para novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1426-1434, 2007.
- SILVA, J.A.; PATARATA, L.; MARTINS C. Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. **Meat Science**, v.52, p.453-459. 1999.
- SIMOPOULOS, A.P. The importance of the ratio of ω -6/ ω -3 essential fatty acids. **Biomed Pharmacother**, v.56, p.365-379, 2002.
- SIMOPOULOS, A.P. Human Requirement for N-3 Polyunsaturated Fatty Acids. **Poultry Science**, v.79, p.961–970, 2000.
- SONG, M.K.; JIN, G.L.; JI, B.J. et al. Conjugated linoleic acids content in M. longissimus dorsi of Hanwoo steers fed a concentrate supplemented with soybean oil, sodium bicarbonate-based monensin, fish oil. **Meat Science**, v.85, p.210-214, 2010.
- SPRITZ, N.; MISHKEL, M. A. Effects of dietary fats on plasma lipids and lipoproteins: a hypothesis for the lipid-lowering effect of unsaturated fatty acids. **Journal of Clinical Investigation**, v.48, p.78- 86, 1969.
- STROMER, M.H.; GOLL, D.E.; ROBERTS, J.H. Cholesterol in subcutaneous and intramuscular lipid depots from bovine carcasses of different maturity and fatness. **Journal of Animal Science**, v.25, p.1145 -1147, 1966.
- SHANTHA, N. C.; CRUM, A. D.; DECKER, E. A. Evaluation of conjugated linoleic acid concentration in cooked beef. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.42, p.1757-1760, 1994.
- TAUBES, G. The soft science of dietary fat. **Science**, v.29, 2001.

TULLIO, R.R. **Estratégias de manejo para produção intensiva de bovinos visando à qualidade da carne**. 2004, 107p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

TURK, S.N.; SMITH, S.B. Carcass fatty acid mapping. **Meat Science**. v.81, p.658-663, 2009.

VAZ, F.N.; RESTLE, J.; FEIJÓ, G.L.D. et al. Qualidade e Composição Química da Carne de Bovinos de Corte Inteiros ou Castrados de Diferentes Grupos Genéticos Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.518-525, 2001.

VAZ, F.N., RESTLE, J. Características de carcaça e da carne de novilhos Hereford, terminados em confinamento com diferentes fontes de volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.230-238, 2005.

VISENTAINER, J.V.; GOMES, S.T.M.; HAYASHI, C. et al. Efeito do tempo de fornecimento de ração suplementada com óleo de linhaça sobre a composição físico-química e de ácidos graxos em cabeças de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologias de Alimentos**, v.23, p.478-484, 2003.

WERDI PRATIWI, N.M.; MURRAY, P.J.; TAYLOR, D. G. Total concentrations of the muscles in castrated Boer goats. **Small Ruminant Research**, v.64, p.77-81, 2006.

WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.J.; NUTE, G.R. et al. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v.66, n.1, p.21-32, 2003.