

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**QUALIDADE NUTRICIONAL DA CARNE DE TOURINHOS
NELORE E ½ ANGUS-NELORE TERMINADOS EM
CONFINAMENTO OU EM PASTAGEM COM SUPLEMENTAÇÃO**

Renata Cunha dos Reis

Orientador: Prof. Dr. Moacir Evandro Lage

GOIÂNIA

2017



TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☐ Dissertação ☒ Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Nome completo do autor: Renata Cunha dos Reis

Título do trabalho: QUALIDADE NUTRICIONAL DA CARNE DE TOURINHOS NELORE E ½ ANGUS-NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO OU EM PASTAGEM COM SUPLEMENTAÇÃO

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento ☒ SIM ☐ NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

Assinatura do (a) autor (a) ²

Data: 30/03/2017

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

²A assinatura deve ser escaneada.

RENATA CUNHA DOS REIS

**QUALIDADE NUTRICIONAL DA CARNE DE TOURINHOS
NELORE E ½ ANGUS-NELORE TERMINADOS EM
CONFINAMENTO OU EM PASTAGEM COM SUPLEMENTAÇÃO**

Tese apresentada para a obtenção do título de
Doutor em Ciência Animal junto à Escola de
Veterinária e Zootecnia da Universidade
Federal de Goiás

Área de Concentração:

Sanidade Animal, Ciência e Tecnologia de
Alimentos

Linha de Concentração: Higiene, Ciência,
Tecnologia e Inspeção de Alimentos

Orientador:

Prof. Dr. Moacir Evandro Lage – EVZ/UFG

Comite de Orientação:

Prof. Dr. João Restle - UFT

Prof. Dr. Cristiano Sales Prado – EVZ/UFG

GOIÂNIA

2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Reis, Renata Cunha dos

Qualidade nutricional da carne de tourinhos Nelore e ½ Angus
Nelore terminados em confinamento ou em pastagem com
suplementação [manuscrito] / Renata Cunha dos Reis. - 2017.
96 f.

Orientador: Prof. Dr. Moacir Evandro Lage.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de
Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em
Ciência Animal, Goiânia, 2017.

Bibliografia.

1. Ácidos graxos saturados. 2. Antioxidantes. 3. Genética bovina.
4. Ômega-3. 5. Terminação. I. Evandro Lage, Moacir, orient. II. Título.

CDU 664

1 ATA NÚMERO **244** DE DEFESA DE TESE DE **DOUTORADO** DO PROGRAMA DE PÓS-
2 GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL DA ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA DA
3 UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, REALIZADA POR **Renata Cunha dos Reis**. Às
4 **14h00min** do dia **06/03/2017**, reuniu-se na Sala de Defesas do Programa de Pós-Graduação em
5 Ciência Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Campus II
6 Samambaia, nesta Capital Goiânia - Goiás, a Comissão Julgadora infra nomeada para proceder ao
7 julgamento da Defesa de Tese de Doutorado apresentado (a) pelo (a) Pós-Graduando (a) **Renata**
8 **Cunha dos Reis**, intitulada "**Qualidade nutricional da carne de tourinhos Nelore e ½ Angus-**
9 **Nelore terminados em confinamento ou em pastagem com suplementação**", apresentada para
10 obtenção do **Título de Doutor em Ciência Animal**, junto à Área de Concentração: **Sanidade**
11 **Animal, Higiene e Tecnologia de Alimentos** desta Universidade. O Presidente da Comissão
12 Julgadora **Prof. Dr. Moacir Evandro Lage**, iniciando os trabalhos, concedeu a palavra ao (a)
13 candidato (a) **Renata Cunha dos Reis** para exposição em **quarenta** minutos do seu trabalho. A
14 seguir, o senhor Presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos Examinadores, os
15 quais passaram a arguir o (a) candidato (a), durante o prazo máximo de **vinte** minutos, assegurando-
16 se ao mesmo igual prazo para responder aos Senhores Examinadores. Ultimada a arguição, que se
17 desenvolveu nos termos regimentais, a Comissão, em sessão secreta, expressou seu Julgamento,
18 considerando o (a) candidato (a) **Aprovado (a) ou Reprovado (a)**:

19 Prof. Dr. Moacir Evandro Lage	<u>APROVADO</u>
20 Profa. Dra. Cláudia Peixoto Bueno	<u>APROVADO</u>
21 Dr. Raphael Rocha de Oliveira	<u>APROVADO</u>
22 Profa. Dra. Cíntia S. Minafra e Rezende	<u>APROVADA</u>
23 Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau	<u>Aprovado</u>

24 Em face do resultado obtido, a Comissão Julgadora considerou o (a) candidato (a) **Renata Cunha**
25 **dos Reis**, HABILITADA [(Habilitado (a) ou não Habilitado (a))] pelo(s)
26 motivo(s) abaixo exposto(s):

27 _____
28 _____
29 _____
30 _____
31 _____
32 _____

ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL



33

34

35

36

37

38 A Banca Examinadora aprovou a seguinte alteração no título da tese:

39

40

41

42

43

44

45 Nada mais havendo a tratar, eu **Prof. Dr. Moacir Evandro Lage**, lavrei a presente ata que, após
46 lida e achada conforme foi por todos assinada.

47 Prof. Dr. Moacir Evandro Lage

48 Profa. Dra. Cláudia Peixoto Bueno

49 Dr. Raphael Rocha de Oliveira

50 Profa. Dra. Cíntia S. Minafra e Rezende

51 Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau

Moacir E. Lage
Cláudia Peixoto Bueno
Raphael Rocha de Oliveira
Cíntia S. Minafra e Rezende
Edmar S. Nicolau

Dedico a Deus, a Meus Pais
Renato (*in memoriam*) e Celina e a
Meu Esposo Diego.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e pela fé que me encoraja a buscar sempre por melhores caminhos.

Ao João Lucas, que me proporcionou o verdadeiro amor e o sentido da vida. Também a meu esposo Diego, que sempre está ao meu lado, ajudando a construir os degraus dessa longa jornada acadêmica, com muita compreensão e amor.

A minha mãe Celina, que me ensinou valores preciosos e a quem tenho muito amor e admiração. A meu pai Renato, ao qual sou grata por minha formação e determinação. E a minha irmã, Rafaela, pelas infinitas ajudas.

Ao professor Dr. Moacir Evandro Lage pela orientação e ensinamentos científicos e de vida. Ao professor João Restle e ao Dr. Odislei Fagner Ribeiro Cunha pelas amostras cedidas para este experimento. Aos professores Cristiano Sales Prado e Cíntia Silva Minafra e Rezende pelas instruções e atenção e aos demais professores da Escola de Veterinária e Zootecnia, da Universidade Federal de Goiás.

As amigas de doutorado, Maria Izabel Amaral Souza e Francine Oliveira, pelas incansáveis ajudas durante o experimento e pela amizade verdadeira em todo esse tempo.

Ao Sr. Adair Arantes pela prazerosa recepção diária e ao Centro de Pesquisa em Alimentos, em nome dos profissionais da físico-química Marcos, Leandro e Wanderson pela disposição e auxílios prestados.

Aos médicos veterinários Ana Paula Teles Mendes, Nara Cristina e Murilo Decurcio Cabral e aos estagiários da pesquisa Bruna Siqueira, Rodolfo Guimarães pelas colaborações durante as análises realizadas.

A FAPEG, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás pelo auxílio financeiro durante o doutorado.

Ao Instituto Federal de Goiás – Campus Aparecida de Goiânia pelo apoio e liberação durante o desenvolvimento do projeto.

A Coordenação do programa de Pós-Graduação em Ciência Animal.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Sistemas de alimentação e raça como fatores que interferem na qualidade da carne	3
2.2. Teor de água da carne	6
2.3. Proteína	6
2.4. Minerais	7
2.5. Lipídeos	7
2.5.1. Ácidos graxos	8
a) Formação dos ácidos graxos na carne bovina.....	9
b) Biohidrogenação	11
c) Ácidos graxos Ômega 3 e Ômega 6.....	12
d) Ácidos graxos trans	14
2.5.2. Colesterol	15
2.6. Oxidação lipídica na carne bovina.....	16
2.7. Antioxidantes	17
3. OBJETIVO	18
3.1. Objetivo geral	18
3.2. Objetivos específicos	18
4. REFERÊNCIAS	19
CAPÍTULO 2 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E COLESTEROL DA CARNE DE TOURINHOS NELORE E ½ ANGUS-NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO OU EM PASTAGEM COM SUPLEMENTAÇÃO.....	30
RESUMO	30
ABSTRACT	31
1. INTRODUÇÃO.....	32
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
2.1. Obtenção das amostras.....	33
2.1.1 Terminação a Pasto com suplementação	33
2.1.2. Terminação em confinamento.....	34
2.1.3. Abate e obtenção do músculo Longissimus dorsi.....	35
2.2. Análises físico-químicas	36
2.2.1. Composição centesimal	36

2.2.2 Análise de Colesterol	36
2.2.3. Delineamento Experimental	37
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4. CONCLUSÃO.....	43
5. REFERÊNCIAS	44
CAPÍTULO 3 – QUALIDADE DA CARNE DE TOURINHOS NELORE E ½ ANGUS-NELORE TERMINADOS A PASTO COM SUPLEMENTAÇÃO OU EM CONFINAMENTO COM MILHO GRÃO INTEIRO.....	48
RESUMO	48
ABSTRACT	49
1. INTRODUÇÃO.....	50
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	52
2.1. Obtenção das amostras.....	52
2.2. Análise de minerais.....	52
2.3. Análise de Vitamina E	52
2.4. Análise de cor	53
2.5. Oxidação lipídica - TBA.....	53
2.6. Análise de pH.....	53
2.7. Delineamento Experimental	54
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4. CONCLUSÃO.....	62
5. REFERÊNCIAS	63
CAPÍTULO 4 - PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE DE ANIMAIS NELORE E ½ ANGUS-NELORE TERMINADOS A PASTO COM SUPLEMENTAÇÃO OU EM CONFINAMENTO COM MILHO GRÃO INTEIRO	68
RESUMO	68
ABSTRACT	69
1. INTRODUÇÃO.....	70
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	71
2.1. Obtenção das amostras.....	71
2.2. Perfil de ácidos graxos.....	71
2.3. Delineamento Experimental	72
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
4. CONCLUSÃO.....	87
5. REFERÊNCIAS	88
CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	94

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 - Percentual dos ingredientes na formulação do suplemento com base na matéria seca (MS)	33
TABELA 2.2 - Percentual dos ingredientes na formulação do suplemento proteico-energético com base na matéria seca (MS)	34
TABELA 2.3 - Percentual dos ingredientes utilizados nas formulações com base na matéria seca da dieta total e o resultado de sua composição centesimal	34
Tabela 2.4 – Médias de EGS para a carne de animais Nelore e ½ Angus-Nelore terminados a pasto com suplementação ou em confinamento com milho grão inteiro.	35
TABELA 2.5 - Tratamentos, de acordo com as combinações de grupo genético e tipo de terminação	37
TABELA 2.6 – Médias de umidade, cinzas, proteína e lipídeos (g.100g ⁻¹) dos animais Nelore e ½ Angus-Nelore terminados a pasto com suplementação ou em confinamento com milho de grão inteiro	38
TABELA 2.7 – Médias de colesterol (mg.g ⁻¹) para as carnes de animais Nelore e ½ Angus-Nelore terminados a pasto com suplementação ou em confinamento.....	40
TABELA 3.1 - Médias das análises de Ferro, Zinco, Cálcio e Potássio (mg.100g ⁻¹) de Longissimus dorsi de animais Nelore e ½ Angus ½ Nelore terminados em pastagem com suplementação ou em confinamento	55
TABELA 3.2 – Médias de Vitamina E (µg.g ⁻¹) da carne de animais Nelore e ½ Angus-Nelore terminados a pasto com suplementação ou em confinamento.....	58
TABELA 3.3 – Médias de TBA (%) da carne de animais Nelore e ½ Angus ½ Nelore terminados a pasto com suplementação ou em confinamento	59
TABELA 3.4 – Médias dos parâmetros de cor, a*, b* e L* para carne de animais Nelore e ½ Angus-Nelore terminados a pasto com suplementação ou em confinamento.....	60
TABELA 3.5 – Médias de pH de Longissimus dorsi de animais Nelore e ½ Angus ½ Nelore terminados em pastagem com suplementação ou em confinamento.....	61
TABELA 4.1 - Média de ácidos graxos (%) das análises da pastagem, da suplementação e do confinamento oferecidas aos animais de raça Nelore e ½ Angus ½ Nelore.....	72
TABELA 4.2 – Médias de ácidos graxos saturados (AGS) de carnes de animais Nelores e ½ Angus ½ Nelore terminados a pasto com suplementação ou em confinamento.....	73
TABELA 4.3 – Médias dos ácidos graxos monoinsaturados (AGM) de animais Nelore e ½ Angus ½ Nelore terminados a pasto com suplementação ou em confinamento.....	76
TABELA 4.4 – Médias dos ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) de animais Nelore e ½ Angus-Nelore terminados a pasto com suplementação ou em confinamento.....	79
TABELA 4.5 – Médias do total das classes ômega-3 e ômega-6 dos ácidos graxos presentes nas carnes de animais ½Angus-Nelore e Nelores terminados a pasto com suplementação e em confinamento	84

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AGM	- Ácidos graxos monoinsaturados
AGP	- Ácidos graxos poli-insaturados
AGS	- Ácidos graxos saturados
<i>B. fibrisolvens</i>	- <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>
<i>B. indicus</i>	- <i>Bos indicus</i>
BHA	- Hidroxianisol butilado
BHT	- Hidroxitolueno butilado
<i>B. taurus</i>	- <i>Bos taurus</i>
Ca	- Cálcio
CLA trans 11 ou CLA cis-9, trans-11	- Ácido rumênico
CLAE	- Cromatografia líquida de alta eficiência.
CO	- Monóxido de carbono
CRA	- Capacidade de retenção de água
C12:0	- Ácidos graxo láurico
C14:0	- Ácido graxo mirístico
C14:1n-5	- Ácido graxo miristoleico
C15:0	- Ácido graxo pentadecanoico
C15:1	- Ácido graxo pentadecenoico
C16:0	- Ácido graxo palmítico
C16:1	- Ácido graxo palmitoleico
C17:0	- Ácido graxo margárico
C18:0	- Ácido graxo esteárico
C18:1n-9 ou C18:1 Δ 9	- Ácido graxo oleico
C18:1t-10	- Ácido graxo <i>trans</i> isômero do ácido oleico
C18:1t-11	- Ácido graxo <i>trans</i> vacênico
C18:1n-7	- Ácido vacênico
C18:2n6	- Ácido graxo linoleico
C18:3n-3	- Ácido graxo linolênico
C20:1n-9	- Ácido gondóico
C20:4n-6	- Ácido araquidônico
C20:5n-3 ou EPA	- Ácido graxo eicosapentaenoico
C22:5n-3	- Ácido graxo docosapentaenoico
C22:6n-3 ou DHA	- Ácido graxo docosahexaenoico
EDTA	- Ácido etileno diamino tetra acético
EGS	- Espessura de gordura subcutânea
Fe	- Ferro
Fe ²⁺	- Íon ferroso
Fe ³⁺	- Íon férrico
HPLC	- Cromatografia líquida de alta eficiência
H ₂ O ₂	- Peróxido de hidrogênio

K	- Potássio
LDL	- Lipoproteína de baixa densidade
LT	- Leucotrienos
PG	- Prostaglandinas
TXs	- Tromboxanos
MDA	- Malonaldeído
MGI	- Milho grão inteiro
n-3 ou ω -3 ou Ω -3 -	- Ômega-3
n-6 ou ω -6 ou Ω -6 -	- Ômega-6
n-6/n-3	- Razão ômega-6 ômega-3
O ₂	- Oxigênio
PG	- Galato de propila
pH	- Potencial hidrogeniônico
AGP	- Ácidos graxos poliinsaturados
TBA	- Análise de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico
TCA	- Ácido tricloroacético
TBHQ	- Terc-butil hidroquinona
v/v	- Relação volume/volume
Zn	- Zinco
Δ	- Delta

QUALIDADE NUTRICIONAL DA CARNE DE TOURINHOS NELORE E ½ ANGUS-NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO OU EM PASTAGEM COM SUPLEMENTAÇÃO

RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar a influência da genética entre animais Nelore ou ½ Angus-Nelore e do tipo de terminação, a pasto com suplementação proteico-energética ou confinamento, sobre os conteúdos de umidade, cinzas, proteínas, gordura, ferro, zinco, cálcio, potássio, pH, cor, composição de ácidos graxos, vitamina E, oxidação lipídica e colesterol das carnes destes animais, após atingirem 480 kg. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso com arranjo fatorial 2x2, sendo duas raças e dois tipos de terminação. A carne de animais ½ Angus-Nelore quando terminados em confinamento obtiveram maior teor de proteína ($P<0,05$) em relação a de Nelore quando receberam confinamento. Animais ½ Angus-Nelore a pasto com suplementação obtiveram carnes com maior teor ($P<0,05$) de zinco e menor teor de ácido linoleico (C18:2 n-6) em relação a carne de animais Nelore terminados a pasto com suplementação e aos ½ Angus-Nelore terminados em confinamento. Para o ácido mirístico, um dos ácidos graxos considerados hipocolesterolêmicos, o tratamento com carne de animais Nelore terminados em confinamento adquiriu maior valor ($P<0,05$) quando comparado com Nelore terminado a pasto com suplementação e também ao ½ Angus-Nelore em confinamento. A carne de animais Nelore terminados a pasto com suplementação obteve maiores valores ($P<0,05$) para os ácidos esteárico (C18:0), linolênico (C18:3n-3), DHA e para o total de ácidos graxos poli-insaturados em relação ao Nelore terminado em confinamento. De forma isolada ($P<0,05$), o sistema de confinamento gerou maiores teores de gordura e C18:1 *trans*-10 cis-12. O sistema à pasto com suplementação contribuiu para maiores valores de cálcio, potássio, ácido *trans*-vacênico (C18:1 *trans*-11 cis-9) e vitamina E. Para a raça Nelore foram encontrados maiores teores de gordura e vitamina E enquanto para os ½ Angus-Nelore maior quantidade de potássio. As análises de umidade, cinzas, ferro, pH, cor, colesterol, ácido palmítico (C16:0), total de ácidos graxos saturados e ácido oleico (C18:1n-9) não foram significativas. Dos resultados obtidos conclui-se que, nas condições do presente trabalho, animais Nelore terminados a pasto com suplementação gerou carne com maior composição de ácidos graxos poli-insaturados, principalmente de ômega-3, enquanto os ½ Angus-Nelore terminados a pasto com suplementação menor teor de ômega-6, cuja característica é muito importante no que se refere a relação n-6/n-3 e a terminação a pasto de forma isolada contribuiu para maior teor de cálcio, potássio, vitamina E e ácido *trans*-vacênico, intermediário do processo de biohidrogenação ruminal apontado como benéfico à saúde, enquanto o sistema de confinamento contribuiu para uma maior deposição de gordura intramuscular e maior teor do isômero *trans* apontado como maléfico à saúde.

Palavras-chave: ácidos graxos saturados, antioxidantes, genética bovina, ômega-3, proteína, terminação.

NUTRITIONAL QUALITY OF MEAT OF NELORE AND ½ ANGUS-NELORE STEERS FINISHED IN FEEDLOT OR ON PASTURE WITH SUPPLEMENTATION

ABSTRACT

It was aimed to verify the influence of genetics between Nelore or ½ Angus-Nelore animals and the finishing phase systems, pasture with protein-energy supplementation or feedlot, on the contents of moisture, ashes, proteins, fat, iron, zinc, calcium, potassium, pH, color, fatty acids composition, vitamin E, lipid oxidation and cholesterol of the meat of these animals, after reaching 480 kg body weight. It was adopted the completely randomized design, in 2x2 factorial arrangement, with two breeds and two finishing systems. Meat from feedlot finished ½ Angus-Nelore animals obtained higher protein content ($P < 0.05$) than feedlot Nelore animals. The ½ Angus-Nelore animals finished on pasture with supplementation obtained meat with higher content ($P < 0.05$) of zinc and lower content of linoleic acid (C18:2 n-6) compared to meat of Nelore steers finished on pasture with supplementation and feedlot finished ½ Angus-Nelore. For myristic acid, one of the fatty acids considered to be hypocholesterolemic, the treatment with meat of feedlot finished Nelore showed a higher value ($P < 0.05$) when compared to Nelore finished on pasture with supplementation and feedlot finished ½ Angus-Nelore. Meat of Nelore steers finished on pasture with supplementation obtained higher values ($P < 0.05$) for stearic (C18:0), linolenic (C18:3n-3), DHA and total polyunsaturated fatty acids when compared to feedlot finished Nelore. Isolatedly, ($P < 0.05$), the feedlot system generated higher contents of C18:1 *trans*-10 *cis*-12 fat. The pasture combined with supplementation system contributed to higher values of calcium, potassium, *trans*-vaccenic acid (C18:1 *trans*-11 *cis*-9) and vitamin E. For the Nelore breed, they were found higher contents of fat and vitamin E, while the ½ Angus-Nelore showed higher amount of potassium. The analysis of moisture, ash, iron, pH, color, cholesterol, palmitic acid (C16:0), total saturated fatty acids and oleic acid (C18:1n-9) were not significant. According to the obtained results, it was concluded that, under the conditions of the present study, Nelore animals finished on pasture with supplementation resulted in meat with a higher content of polyunsaturated, mainly omega-3, fatty acids, when compared to feedlot finished Nelore, while the ½-Angus-Nelore finished on pasture with supplementation, lower omega-6 content, whose characteristic is very important with regard to n-6 / n-3 ratio; and the pasture finishing system contributed, isolatedly, to higher contents of calcium, potassium, vitamin E and *trans*-vaccenic acid, which is an intermediate of the ruminal biohydrogenation process, shown to be beneficial to health, while the feedlot system contributed to an increased deposition of intramuscular fat and higher content of the *trans* isomer, which is harmful to health.

Keywords: Antioxidants, bovine genetics, finishing phase, omega-3, protein, saturated fatty acids.

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. INTRODUÇÃO

A qualidade da carne bovina é definida por vários fatores, dentre eles, seu valor nutricional e seus aspectos sensoriais¹. O grupo genético e a dieta podem interferir nas características citadas², bem como na quantidade da gordura, no pH, na cor, e na presença de antioxidantes.

O sistema de alimentação a pasto é o mais utilizado no Brasil e a pastagem tropical garante a produção de forrageiras de boa qualidade nos períodos de chuva, porém, de baixa qualidade nos períodos de seca. Uma alternativa apresentada ao período de escassez de chuvas é a suplementação proteico-energética. Outro tipo de alimentação, que é pouco adotado, devido ao seu elevado custo, é o confinamento, que se caracteriza por produzir animais com menor idade ao abate e carnes com maior maciez^{3,4}.

Quanto ao tipo de raça, tem-se que a Nelore é a mais utilizada nos sistemas produtivos de gado de corte devido sua adaptação ao clima⁵, enquanto o Angus proporciona boa conformação de carcaça⁶. O aumento da produção de carne e de sua qualidade podem ser obtidos com o cruzamento industrial^{6,7}.

Dietas a pasto contribuem para carnes com melhor valor nutricional, pois geram maiores quantidades de ácidos graxos poli-insaturados da classe ômega-3 e antioxidantes, como a vitamina E, que quando presente, inibe a oxidação lipídica e alterações na cor da carne⁸.

A carne bovina é um alimento de alto valor nutricional, principalmente por conter proteínas, minerais e vitaminas de alta disponibilidade⁵. Dentre os componentes da carne, a gordura é a que mais varia, ao se analisar fatores internos e externos^{9,10}.

A gordura é depositada na carcaça bovina de forma intermuscular, subcutânea e intramuscular¹¹ e os ácidos graxos podem ser saturados ou insaturados. Os ácidos graxos saturados são caracterizados por serem maléficos a saúde, uma vez que podem originar ou contribuir para as doenças coronarianas¹². Já os insaturados podem trazer diversos benefícios ao corpo humano e nessa classificação estão os ácidos graxos ômega 3 (n-3), ômega 6 (n-6) e ômega 9 (n-9). Os ômegas-3 e 6 são considerados ácidos graxos essenciais e portanto, devem ser consumidos por meio da dieta, enquanto o ômega-9 pode ser sintetizado por meio de reações no organismo¹³. Apesar de ser considerado um ácido

graxo poli-insaturado, quantidades limitadas de ômega-6 devem ser ingeridas, pois quando consumidos em excesso podem levar a reações inflamatórias no organismo e por isso, a relação entre n-6/n-3 não deve ser superior a quatro¹⁴.

A síntese de ácidos graxos em bovinos acontece através de ácidos graxos voláteis, como o acetato, produzido no rúmen, que por meio de diversas reações se transformam no ácido palmítico (C16:0), em continuidade são transformados em ácido esteárico (C18:0) e por enlongação pode ser transformado em ácido oleico C18:1n-9, (ácido graxo insaturado), ou ser dessaturado ao palmítico. Além da síntese, os ácidos graxos também podem ser incorporados por meio da dieta e neste processo a gordura insaturada pode ser absorvida no corpo dos animais¹⁵.

A carne bovina contém alto teor de gordura saturada, oriunda do processo de biohidrogenação que acontece em ruminantes. Este processo transforma ácidos graxos insaturados em saturados, a fim de manter a sobrevivência de bactérias que vivem no rúmen dos animais. A biohidrogenação pode não acontecer por completo e gerar ácidos graxos intermediários, como o ácido *trans*-vacênico e o ácido linoleico conjugado, considerados benéficos a saúde humana¹⁶.

Neste contexto, utilizando animais Nelores e ½ Angus-Nelore terminados a pasto com suplementação e em confinamento, este experimento teve como objetivo comparar as características de composição centesimal, teor de minerais, pH, composição de ácidos graxos, oxidação lipídica, cor, teor de vitamina E e colesterol das carnes obtidas destes animais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

No ano de 2015, foram abatidos 30,64 milhões de bovinos no Brasil¹⁷. O relatório de Projeções do Agronegócio – Brasil 2015-2016 a 2025-2026, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento¹⁸, aponta um crescimento de 2,4% ao ano, para a produção de carne bovina entre 2016 e 2026. No mesmo relatório de projeções existe a indicação de um crescimento de 1,5% ao ano, durante o mesmo período, para o consumo de carne bovina.

O consumidor, influenciado pela cultura e o costume de sua região, é quem estabelece a qualidade do produto a ser consumido e ao se tratar de qualidade da carne, aspectos como o valor nutritivo, as condições sanitárias e características sensoriais agradáveis ao paladar são expectativas durante o consumo¹. A cor e o brilho são importantes características de aparência durante a compra, enquanto a maciez define a aceitação global no momento do consumo da carne¹⁹.

A melhoria na qualidade nutricional da carne bovina pode ser obtida através da alimentação fornecida aos animais². A composição química e as características físicas da carcaça de bovinos, que definem a qualidade da carne, são afetadas por diversos fatores, dentre eles, a raça e o sistema de alimentação utilizados²⁰.

2.1. Sistemas de alimentação e raça como fatores que interferem na qualidade da carne

No Brasil, os sistemas de alimentação adotados para bovinos de corte são cerca de 95% em pastagens e para melhorar as condições da alimentação a pasto, uma vez que, as condições de solo e clima brasileiros são bastante variáveis, adota-se práticas de suplementação, visando a melhoria deste tipo de sistema³.

Os ecossistemas brasileiros de pastagem vão desde os sistemas intensivos com pastagens adubadas e irrigadas ou cultivadas a sistemas extensivos em pastagens naturais, como as do cerrado, por exemplo²¹. O grande potencial produtivo das pastagens tropicais no país se deve às boas condições ambientais causadas pelas chuvas e luminosidade em períodos do ano como a primavera e o verão⁴. A espécie forrageira *Brachiaria brizantha* cv. Marandu apresenta-se amplamente distribuída na maioria dos cerrados tropicais e por possuir raiz profunda, sobrevive em períodos de seca prolongados, sendo também caracterizada por ser uma espécie, no geral, de elevada produtividade e com valor nutritivo que é considerado de médio a bom²². A reconstituição da área foliar é o que

garante a produtividade da pastagem, que está associada as condições de temperatura, disponibilidade de água e luminosidade, dentre outras²³.

O estágio de maturação da forrageira define a qualidade deste alimento, uma vez que a planta com maior grau de maturidade pode gerar forragens com baixa digestibilidade, fato relacionado ao aumento da proporção caule:folha²⁴.

Em períodos de baixa produção forrageira, como o outono e o inverno, estratégias de suplementação alimentar, como por exemplo, concentrados energético-proteicos, são adotadas para reduzir custos e a idade de abate do animal^{25,26}. A suplementação proporciona mudanças no consumo de forragens, na quantidade de nutrientes, no desempenho animal, dentre outros fatores²¹. A utilização de nutrientes de forma efetiva e uma alta digestibilidade dos alimentos fornecidos, podem ser adquiridos na suplementação proteica e energética²⁷.

O desempenho animal também pode ser melhorado nas fases de recria e terminação, com a suplementação na época de disponibilidade de água, podendo ocasionar redução no tempo de abate²⁸.

O sistema de confinamento é recomendado para o pecuarista que visa acelerar o giro de capital, reduzir a lotação das pastagens durante a seca, aumentar a escala de produção e abater animais mais jovens²⁹. Mas seu custo com a alimentação é um fator limitante³⁰. Em um levantamento feito por Costa Júnior et al.³¹, foi apontado que em 84% dos sistemas de confinamentos estudados, o milho era a cultura primária utilizada e a silagem de milho, em 38% dos confinamentos, era a principal fonte de volumoso.

Assim como os sistemas de alimentação, as diferenças genéticas existentes entre as raças e também entre indivíduos de uma mesma raça, devido a fatores ambientais, podem trazer variação na qualidade da carne³².

Para o efeito da raça, nas regiões mais quentes, há a prevalência de *Bos indicus* em decorrência de sua maior adaptação, enquanto *Bos taurus* são mais utilizados nas regiões de clima ameno e produzem carnes com maior deposição de gordura^{33,34}. No Brasil, existe a predominância da raça Nelore, de origem zebuína, que é originária da Índia e foi obtida por interferência de 14 raças, possuindo como características a rusticidade, alta resistência a temperatura encontrada nas regiões tropicais, como também aos parasitas^{5,35}, além da adaptação da raça a um sistema de produção extensivo³⁶.

O cruzamento industrial investiga os efeitos da heterose com a finalidade de aumentar a produção dos animais, bem como, a melhoria da qualidade da carne para a exportação⁶, uma vez que os cruzamentos que utilizam raças taurinas podem originar

carnes com maior maciez, assim como animais taurinos possuem maior predisposição para produzir carne com maior teor de marmorizado³⁷.

A raça Angus é caracterizada por produzir carne com alto grau de marmoreio, que proporciona sabor e maciez desejáveis, produzindo carne de alta qualidade³⁸. No Brasil, entre os anos de 2010 e 2016, houve um crescimento de 150% da raça Angus, fato que está associado a consolidação da raça na pecuária brasileira, bem como na sua utilização no cruzamento industrial³⁹.

Raças Angus e Nelore foram estudadas com terminação em pastagem a fim de verificação de melhores parâmetros de qualidade. A carne de animais da raça Angus obteve melhor maciez, enquanto a de animais Nelores apresentou-se nutricionalmente mais saudável, devido a menores quantidades de colesterol e maiores quantidades de ácidos graxos ômega-3, de ácido linoleico conjugado (CLA) e do seu precursor (C18:1 *trans*)¹⁴. Lopes et al.⁴⁰ verificaram influência do grupo genético sobre os ácidos graxos insaturados e bovinos Nelores obtiveram maiores valores quando comparados aos Red Norte. Um estudo feito com animais de diferentes raças em sistema de confinamento analisou características de qualidade da carne e os autores verificaram que bovinos com genes zebuínos obtiveram quantidades superiores de ácidos graxos insaturados⁴¹.

Animais alimentados a pasto possuem carne de melhor qualidade em relação ao perfil nutricional quando comparados aos animais em confinamento, visto que produzem uma menor quantidade de gordura, incluindo a saturada, além de possuírem maior quantidade de antioxidantes, como a vitamina A e E^{7,42}.

As carnes de bovinos alimentados a pasto e em confinamento foram analisadas quanto ao teor de ácidos graxos e vitamina E, ficando a alimentação a pasto com maiores níveis de ácido linolênico, vitamina E e menor valor da fração ômega-6/ômega-3, enquanto os animais alimentados em confinamento obtiveram maior teor de ácidos graxos ômega-6⁴³.

Gama et al.⁴⁴ estudaram o cruzamento de *B. indicus* e *B. taurus* em dois sistemas de terminação, pastagem e grãos, e verificaram que o cruzamento entre as raças foi benéfico tanto para a qualidade da carne quanto para o perfil de ácidos graxos.

O fato da carne vermelha conter proteína e micronutrientes de alto valor biológico⁴⁵ faz com que um dos itens de qualidade esperados pelo consumidor, neste produto, seja a composição nutricional⁴⁶. A carne bovina magra contém aproximadamente 75% de umidade, 21 a 22% de proteínas, 1 a 2% de gordura, 1% de minerais e menos de 1% de carboidrato⁴⁷. Os teores de água, minerais, proteínas e carboidratos são considerados

valores relativamente constantes⁹. No trabalho de Eriksson e Pickova¹⁰ o teor de gordura variou com o peso de abate e para os mesmos autores o menor peso e o menor teor de gordura para animais em pastagem pode ter sido devido ao maior exercício feito em relação aos animais em confinamento e devido a ingestão de diferentes teores de energia.

2.2. Teor de água da carne

A água presente nos alimentos encontra-se na forma livre ou ligada⁴⁸. No tecido muscular da carne, a água intracelular pode estar no estado livre (90% a 95%), no estado interfacial, que é a água localizada na superfície das proteínas, com deslocamento praticamente limitado (5% a 10%), como água de constituição (0,1%), que está aderida aos miofilamentos. Já a água que se localiza nos espaços extracelulares existe em torno de 10%⁴⁹.

O conteúdo de umidade do músculo pode variar de acordo com a alimentação fornecida aos animais, uma vez que a dieta pode aumentar a porcentagem de gordura, o que conseqüentemente diminui o teor de água da carne⁵⁰. Abrahão et al.⁵¹ ao analisarem o conteúdo de umidade das carnes de diferentes cruzamentos genéticos verificaram teores entre 73,5 e 74,6%. Animais Hereford e Braford submetidos a sistemas de confinamento e pastagem tiveram suas carnes analisadas quanto ao teor de umidade e valores de 72,49 e 72,42% de umidade foram encontrados para as carnes de sistemas de confinamento e pastagem, respectivamente e 72,67; 72,35 e 72,34% para as carnes de animais Hereford, ¼ Braford e 3/8 Braford, respectivamente, sem diferenças significativas entre os tratamentos.

2.3. Proteína

As proteínas são componentes mais abundantes da carne, depois do conteúdo de água e segundo sua solubilidade, podem ser divididas em sarcoplasmáticas (enzimas, mioglobinas e hemoglobinas), miofibrilares (actina, miosina, dentre outras) e insolúveis (colágeno, elastina e reticulina). Uma combinação de 20 aminoácidos forma as proteínas da carne. Todos os aminoácidos essenciais estão presentes nesta composição e as quantidades são próximas ao que é requerido para o desenvolvimento humano⁵². Cerca de 50% dos valores diários de proteína podem ser adquiridos com a ingestão de 100g de carne bovina, considerando uma pessoa adulta, de 60 kg⁵³.

Ao analisar o conteúdo de proteína de animais *Bos indicus* e *Bos indicus* x *Bos Taurus*, Pires et al.⁵⁴ não detectaram diferença significativa no teor de proteína dos

animais alimentados em confinamento. Ao se avaliar o teor de proteína da carne de animais terminados a pasto ou em confinamento foi verificado que, para o sistema de terminação em confinamento, o teor de proteína foi maior devido ao dobro de suplemento fornecido aos animais na alimentação com concentrado⁵⁵.

2.4. Minerais

O fósforo, o potássio, o sódio e o magnésio são os minerais presentes em maior quantidade na carne bovina. Apesar do ferro não se encontrar entre os minerais com maiores quantidades na carne, classifica-se como importante na carne bovina, pois quando comparado com o obtido em alimentos de origem vegetal, o ferro de origem animal é absorvido de 3 a 5 vezes mais rapidamente⁵⁶. O zinco também encontra-se em concentração considerável na carne bovina (3,5 mg 100g⁻¹) satisfazendo 33% e 50% dos valores diários, para homens e para mulheres, respectivamente⁵³.

Duckett et al.⁵⁷ relataram maiores valores dos minerais cálcio, magnésio e potássio nas carnes de bovinos alimentados a pasto, quando comparadas com carnes de animais alimentados em confinamento e afirmam que o conteúdo mineral de carnes de animais alimentados sobre pastagem depende da qualidade da forrageira. Diversos grupos genéticos tiveram suas carnes avaliadas quanto ao teor de minerais quando foram submetidos a dietas com ou sem inclusão de gordura vegetal complexada com sais de cálcio e foram verificadas diferenças significativas entre os teores de fósforo, magnésio e cálcio, enquanto os minerais potássio e sódio não diferiram entre os grupos genéticos⁵⁸.

2.5. Lipídeos

Define-se lipídeos como um grupo heterogêneo de compostos, insolúveis em água, que incluem os óleos e gorduras. São classificados em simples, compostos e derivados. Os simples são divididos em ácidos graxos, gorduras neutras e ceras. Os fosfolipídeos, glicoproteínas e lipoproteínas são os lipídeos compostos⁵⁹. A união de três ácidos graxos e um poliálcool, chamado de glicerol, forma uma estrutura conhecida como triglicerídeo⁶⁰.

A gordura perirrenal é a primeira a ser depositada no corpo do bovino, seguida da intermuscular, subcutânea e intramuscular¹¹. O aumento da gordura subcutânea diminui o encurtamento pelo frio, enquanto o aumento do teor das gorduras intermuscular e intramuscular contribui para melhorar o sabor da carne⁶¹.

Os bovinos podem ser classificados em pequeno, médio e grande quanto a maturidade e podem ter musculatura classificada em grossa, moderada e fina, sendo a raça de tamanho grande e musculatura grossa a que possui maior taxa de crescimento e são mais tardias para acúmulo de gordura, já as raças pequenas de musculatura moderada (raça Angus) tem maior capacidade para acúmulo de gordura, apesar de menor taxa de crescimento⁶². A raça Nelore se caracteriza por possuir tamanho médio e musculatura moderada⁶². Já para o sistema de alimentação, animais alimentados em confinamento adquirem maior porcentagem de gordura intramuscular quando comparados a animais sob pastagem⁶³.

O depósito de gordura da carne é de grande importância em relação à composição de ácidos graxos e à saúde humana. A conscientização na composição de ácidos graxos da gordura intramuscular tem aumentado o interesse dos produtores em alterar a quantidade e a composição do depósito de gordura na carne¹³.

Se por um lado, o teor de lipídeos da carne, contribui significativamente para melhorar aspectos de qualidade como o sabor, aroma e textura, assim como são essenciais para seu valor nutritivo, por outro lado, pode trazer implicações a saúde humana, pois é considerada um componente que pode ser prejudicial à saúde⁶⁴.

2.5.1. Ácidos graxos

São unidades fundamentais da maioria dos lipídeos, conhecidos como ácidos carboxílicos na forma esterificada, que podem ser encontrados na forma simples, como o ácido acético, os de número ímpar de carbono, como o encontrado na gordura do cabelo, os ramificados encontrados em peixes e os mais conhecidos que são os ácidos graxos saturados, monoinsaturados e os poli-insaturados⁶⁵.

A presença de pelo menos uma dupla ligação na estrutura molecular dos ácidos graxos insaturados é uma das diferenças encontradas entre os saturados e os insaturados. Outra diferença está no consumo humano, enquanto os saturados elevam a concentração plasmática de colesterol e de lipoproteína de baixa densidade (LDL)¹², os ácidos graxos poli-insaturados, principalmente os das famílias ômega-3 e ômega-6 atribuem numerosos benefícios à saúde humana¹³.

Segundo a nomenclatura da UIQPA a palavra ácido, deve sempre anteceder o nome do ácido graxo. O carbono da carboxila (COOH) é sempre o de número 1. Para o ácido graxo de 10 carbonos com apenas ligações saturadas tem-se: 10 = DEC; ligações saturadas = AN e terminação ÓICO. Se existir uma dupla ligação entre os carbonos 5 e 6

a dupla ligação receberá a sílaba EN em substituição a AN e o número cinco aparecerá no nome: ácido 5-decenóico. A configuração *cis-trans* também deve ser informada⁶⁵. Pelo sistema de abreviação numérica, primeiro é informado o número de carbonos e logo após os dois pontos informa-se se existe ou não, dupla ligação, informando também o seu número⁶⁶. Por exemplo, ácido decanóico = C10:0.

Quanto aos ácidos graxos ômega-6 e ômega-3, que são assim chamados devido as primeiras insaturações estarem no sexto e terceiro carbono a partir do grupo metil terminal, pode também receber a designação delta (Δ) quando são enumerados a partir da carboxila, ou a designação n (n-6 e n-3) utilizada ao estudar aspectos nutricionais⁶⁷.

a) Formação dos ácidos graxos na carne bovina

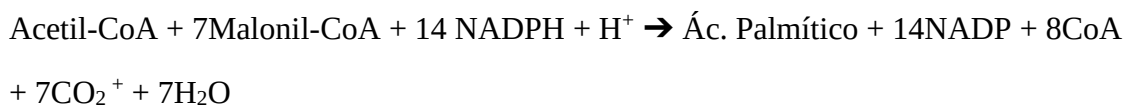
A deposição de gordura em animais ruminantes ocorre, principalmente, por dois processos: incorporação dos ácidos graxos pré-formados, transportados pelas lipoproteínas do plasma e por meio da síntese de ácidos graxos. Cerca de 90% da síntese de ácidos graxos ocorre no tecido adiposo, onde o principal precursor é o acetato^{68,69}.

O rúmen fornece o ambiente ideal para o crescimento de microrganismos que fermentam a glucose e produzem ácidos graxos voláteis (AGV)⁷⁰. Os AGV são a principal fonte de energia para os ruminantes⁷¹. Os principais ácidos graxos voláteis produzidos por microrganismos do rúmen são acetato, propionato, e butirato, e servem como os precursores principais para glicose e gordura em ruminantes^{71,15,68}.

A transformação de acetato em acetil-CoA acontece por oxidação, na mitocôndria dos ruminantes, na presença de acetil-CoA sintetase. A atividade da ATP citrato liase é extremamente reduzida, e a passagem de acetil-CoA mitocondrial é limitada, logo a maior fonte de Acetil-CoA em ruminantes acontece conforme descrito anteriormente⁷².

Para a síntese de ácidos graxos, a primeira reação é a conversão do acetil-CoA em malonil-CoA pela atividade da acetil-CoA carboxilase (enzima chave). Nesta reação, catalisada pela biotina (vitamina B₇), o CO₂ é fixado ao carbono metílico do acetato⁷³. Então, o malonil-CoA reage com a proteína carregadora de acila (ACP), na presença de malonil-CoA-ACP transciclase, formando malonil-ACP. O mesmo acontece com o acetil-CoA na presença de acetil-CoA-ACP transciclase formando acetil-ACP. Em seguida acontece a reação entre acetil-CoA e malonil-ACP, aumentando a cadeia em dois átomos de carbonos, formando o butiril-ACP. Logo após, o butiril-ACP reage com o malonil-ACP, resultando na elongação da cadeia em mais dois carbonos originando o caproil-ACP. A elongação da cadeia acontece por sucessivas reações dos complexos

“ACP” com a malonil-CoA até que o palmitoil-ACP seja formado. A ação da tioesterase específica produz o ácido palmítico livre. Toda a reação está representada abaixo¹⁵:



O palmitato é então utilizado como substrato para posterior síntese de ácidos graxos através de procedimentos de alongamento e/ou dessaturação, no retículo endoplasmático, através da interação de muitas enzimas catalíticas (por exemplo, redutases, dessaturases, elongases)⁷⁴. O palmitato é um ácido graxo representado pela sigla numérica C16:0, ou seja, 16 átomos de carbono e não há sítios de insaturação⁷⁵.

O alongamento envolve a condensação de grupos de acetil-CoA com malonil-CoA, como na reação de síntese do palmitato. Como produto resultante tem-se a formação de dois átomos de carbono a mais ao da cadeia anterior, com liberação de CO₂ a partir de malonil-CoA, que é submetido a redução seguida de desidratação e posterior redução, produzindo assim um ácido graxo saturado. As reações de redução e de alongamento requerem NADPH como cofator, assim como para as reações semelhantes catalisadas pela síntese de ácido graxo⁷⁵.

Em mamíferos, a dessaturação envolve três enzimas dessaturases, delta-5, delta-6 e delta-9-dessaturase, que introduzem a insaturação nos carbonos C5, C6 ou C9. Destas, apenas a delta-9-dessaturase atua em ácidos graxos saturados, para convertê-los ao seu respectivo ácido graxo monoinsaturado. O mais abundante é o ácido oleico (C18:1) produzido do ácido esteárico (C18:0). A delta-9-dessaturase, que é codificada pelo gene *estearoil-CoA desaturase*, também converte o ácido *trans*-vacênico ao seu correspondente ácido linoleico conjugado (CLA) isômero *cis*-9, *trans*-11 CLA⁷⁶.

Portanto, o ácido oleico (18:1) não é um ácido essencial, e pode competir com os ácidos linoleico e α -linolênico e seus produtos intermediários, para as reações mediadas por dessaturases e elongases⁷⁷. Nas plantas, a enzima delta-12-dessaturase converte o ácido oleico em ácido linoleico e a delta-15-dessaturase converte o ácido linoleico em ácido α -linolênico^{78,79}.

Os ácidos graxos saturados estão presentes em grande quantidade na carne dos bovinos e isso se deve ao processo peculiar de digestão de lipídeos nos ruminantes⁸⁰. Somente cerca de 5% dos ácidos graxos totais em carne são compostos de ácidos poli-insaturados, o mais abundante é o ácido linoleico, provavelmente derivado do CLA *cis*-

9, *trans*-11⁷⁶, que pode ser produzido naturalmente no rúmen e podem ter grandes benefícios na promoção da saúde humana^{81,13}.

b) Biohidrogenação

A biohidrogenação é a adição de um íon hidrogênio em uma dupla ligação, convertendo ácidos graxos insaturados em seus saturados respectivos. Os ácidos insaturados que têm 18 carbonos (18:1, 18:2 e 18:3,) ou 16 carbonos (16:1) se transformarão em ácido esteárico (18:0) e palmítico (16:0), respectivamente. Considerando que, o processo de biohidrogenação nem sempre é completo, alguns poli-insaturados e seus intermediários alcançam o duodeno e são absorvidos⁸².

Primeiro ocorre a hidrólise dos ácidos graxos provenientes da dieta e, em seguida a hidrogenação dos poli-insaturados, que é feita por microrganismos no rúmen, resultando na produção de ácidos graxos saturados, principalmente o ácido esteárico, sendo este processo o maior responsável pela alta natureza saturada dos lipídeos nos ruminantes. Este processo também resulta na formação de ácido linoleico conjugado (CLA) e seus intermediários, incluindo o ácido *cis*-9, *trans*-11 CLA e ácido *trans*-vacênico (*trans*-11 18:1)¹⁶.

Para minimizar os efeitos tóxicos dos ácidos graxos obtidos da alimentação, sobre a fermentação ruminal, as bactérias lipolíticas secretam lipases como, a ácido linoleico isomerase, para liberar os ácidos graxos insaturados. A lipólise é um pré-requisito para que ocorra a biohidrogenação provocando a liberação de seus ácidos graxos constituintes^{83,84}. Quando ácidos graxos poli-insaturados são ingeridos por ruminantes, a biohidrogenação acontece para permitir a sobrevivência da bactéria *Butyrivibrio fibrisolvens*, que é a maior responsável por este processo^{85,86}.

Com a formação de ácidos graxos livres tem-se início a síntese do CLA, devido a isomerização dos ácidos graxos insaturados, cujo processo consiste na conversão dos isômeros nativos *cis* em isômeros *trans*, com mudança de posição da dupla ligação, que depois vão sofrer biohidrogenação pelas bactérias ruminais até a transformação a ácido esteárico⁸².

O consumo de grãos na alimentação de bovinos diminui a quantidade de CLA no leite quando comparado com a quantidade obtida na alimentação a pasto⁸⁷, demonstrando que o pH do rúmen é reduzido com o consumo de concentrado e consequentemente ocorre redução da atividade da *B. fibrisolvens*, ao contrário das dietas à base de capim que prevê um ambiente ruminal mais favorável para a síntese bacteriana subsequente⁷.

Diferentes estratégias nutricionais têm sido utilizadas, como a alimentação de ruminantes com forragem, óleos vegetais, sementes oleaginosas, produtos marinhos e até antimicrobianos (monensina) para verificar a eficácia sobre a composição da microbiota no rúmen. O principal substrato de ácidos graxos para biohidrogenação em animais a pasto é o ácido linolênico, porque é o ácido graxo mais abundante presente em glicolipídios e fosfolipídios de gramíneas e outras forragens⁸⁸, já os alimentos concentrados possuem maiores teores de ácido linoleico⁸⁹, que se tornam o principal substrato para a biohidrogenação nos animais que recebem essa dieta⁸⁸.

c) Ácidos graxos Ômega 3 e Ômega 6

Os ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 são considerados essenciais¹³. As famílias ômega-6 e ômega-3, representados pelos ácidos graxos linoleico e α -linolênico, são formadas por ácidos graxos que apresentam insaturações, contadas a partir do grupo metil terminal, separadas apenas por um carbono metilênico, com a primeira insaturação no sexto e terceiro carbono, respectivamente⁶⁷.

Os ácidos graxos ômega-3 podem ajudar a prevenir ou tratar uma variedade de doenças, como câncer, artrite, depressão, mal de Alzheimer, dentre outras. Os ômega-6 participam da estrutura de membranas celulares, interferem na viscosidade do sangue, reação inflamatória e funções plaquetárias⁹⁰. Nos seres humanos, o ácido linoleico pode ser alongado e dessaturado em ácido araquidônico e o ácido α -linolênico em ácido eicosapentaenóico (C20:5n-3; EPA) e ácido docosahexaenóico (C22:6n-3; DHA)⁹¹.

Os ácidos graxos de cadeia longa, como o ácido araquidônico e ácido eicosapentaenóico estão relacionados com a produção de eicosanóides. O ácido araquidônico está presente em carnes magras, principalmente em animais alimentados a pasto⁶⁴.

Os eicosanóides provenientes do ácido araquidônico são biologicamente ativos em pequenas concentrações e, se em elevadas quantidades, favorecem a síntese de eicosanóides inflamatórios e contribuem para formação de trombos e ateromas. Logo, deve-se aumentar a ingestão de EPA e, conseqüentemente, diminuir a ingestão de ácido araquidônico, resultando na produção de compostos menos inflamatórios. Quando seres humanos ingerem ácidos graxos n-3, os EPA e DHA provenientes da dieta substituem parcialmente os ácidos graxos n-6, principalmente, o ácido araquidônico nas membranas e células do fígado. Portanto, o metabolismo dos eicosanóides provenientes do ácido araquidônico é alterado, favorecendo a formação de eicosanóides anti-inflamatórios^{92,93}.

Os eicosanoides são metabólitos oxigenados, com 20 átomos de carbono sendo uma família composta por prostaglandinas, leucotrienos, prostaciclinas, tromboxanos e derivados dos ácidos graxos hidroxilados⁹⁴. A liberação de ácidos graxos poli-insaturados dos fosfolipídios da membrana acontece por meio de fosfolipases, sendo o primeiro passo para produção destes compostos, cuja síntese acontece por meio do ácido graxo livre formado, que funciona como substrato para as enzimas⁹⁵.

As cicloxigenases são responsáveis pela inserção de duas moléculas de oxigênio nos ácidos graxos livres de 20 carbonos para formação das prostaglandinas, que quando derivadas do ácido araquidônico formam as prostaglandinas da série 2 e quando derivadas do EPA formam as da série 3. As prostaglandinas são hormonas autocrinas ou parácrinas que atuam perto dos locais de sua síntese⁹⁶.

A prostaglandina G2 está envolvida no crescimento e proliferação celular, na contração e dilatação das células musculares lisas, bem como em processos pró-inflamatórios relacionados a indução de febre e aumento da permeabilidade vascular. As prostaglandinas E2 juntamente com os tromboxanos A2 são produzidos em plaquetas e funcionam como vasoconstritores e estimulam a agregação plaquetária. A prostaglandina H2 é responsável pela liberação do tromboxano A2, um potente agregante plaquetário e vasoconstutor. Já as prostaglandinas e tromboxanos originados do EPA são vasodilatadores e anti-agregadores^{95,97}.

Para Calder⁹⁸ os ácidos graxos ômega-3 de cadeia longa são agentes anti-inflamatórios e benéficos a pacientes em risco por uma variedade de condições inflamatórias agudas e crônicas, uma vez que diminuem a produção de eicosanoides inflamatórios pois substituem o ácido araquidônico que é um substrato eicosanoide.

Sasazuki et al.⁹⁹ em conclusão ao trabalho realizado com a população japonesa, sugerem que um alto consumo de peixe e uma ampla gama de ingestões de n-3 de origem marinha pode estar inversamente relacionado ao risco de câncer em locais proximais ao intestino grosso. Song et al.¹⁰⁰ concluíram que a ingestão de ácidos graxos ômega-3 de origem marinha, após o diagnóstico de câncer colorretal, está associada com menor risco de mortalidade específica por este tipo de câncer.

Colussi et al.¹⁰¹ verificaram em diversos trabalhos que os ácidos graxos ômega-3 diminuem a pressão arterial em pacientes hipertensos, mas que estudos recentes não conseguiram confirmar a sua capacidade de diminuir o risco de eventos cardiovasculares, o que pode estar associado a diferentes fontes de ácidos graxos poli-insaturados utilizadas, como a relação aos conteúdos de EPA, DHA e ácidos graxos ômega-6 e seus respectivos

precursores, e também a duração das intervenções e diferenças nas populações utilizadas. Masana et al.¹⁰² verificaram em extensa revisão que os ácidos graxos ômega-3 estão associados a melhor cognição global em pacientes acima de 65 anos.

Uma metanálise realizada entre vários estudos mostra a associação da depressão perinatal com ácidos graxos ômega-3¹⁰³. Pompili et al.¹⁰⁴ tentaram associar o suicídio com baixo consumo de ácidos graxos ômega-3 e chegaram à conclusão de que, apesar de vários estudos apontarem essa associação a maioria dos trabalhos não encontraram diferença significativa entre o teor dos n-3 entre pacientes suicidas e os não deprimidos, mas indicam que a alteração da proporção de poli-insaturados pode ser um fator de risco potencialmente importante para examinar quando se avalia o risco de suicídio, com níveis plasmáticos de ácidos graxos ômega-3, fornecendo dados clínicos adicionais na avaliação de pacientes que estão envolvidos em comportamento suicida.

A redução no consumo de alimentos ricos em ácidos graxos n-3, em sociedades industrializadas, aumenta a relação n-6/n-3. É necessário que esta relação seja adequada, pois o balanceamento inadequado pode acentuar um estado de deficiência de n-3^{105,106}. Uma relação equilibrada, cujo valor está próximo de 3,59 pode ser encontrada em carnes de animais que foram alimentados a pasto quando comparados as carnes de animais alimentados com concentrados⁷.

d) Ácidos graxos *trans*

Isômeros *trans* podem ser formados no processo de desodorização de óleos vegetais, reduzindo os teores de ácido graxo linolênico¹⁰⁷, mas grande parte dos ácidos graxos *trans* nos alimentos são formados pela hidrogenação catalítica parcial de óleos^{108,109}. Os ácidos graxos *trans* contribuem para doença coronariana modulando a síntese do colesterol, além de atuar sobre os eicosanóides¹⁰⁹.

Em ruminantes, os ácidos graxos *trans* encontram-se naturalmente presentes por meio da biohidrogenação ocorrida no rúmen, como isômeros *trans* do CLA, que em alguns estudos estão relacionados a fatores anticancerígenos, a imunidade, dentre outras características¹¹⁰.

O CLA é o conjunto de isômeros geométricos do ácido linoleico que tem propriedades bioativas distintas (anticarcinogênicas, hipocolesterolêmica, combate a obesidade e participa na modulação do sistema imune). É originário da biohidrogenação dos ácidos linoleico e linolênico no rúmen⁸².

O CLA tem duas duplas ligações separadas por apenas uma ligação simples (insaturação conjugada)¹¹⁰. As posições 9 e 11 ou 10 e 12 são onde acontece a conjugação¹¹¹. O isômero do CLA mais abundante, além de ser a forma biologicamente ativa, é o C18:2 *cis*-9, *trans*-11 (ácido rumênico), que representa cerca de 80 do total de CLA na gordura intramuscular e subcutânea de bovinos¹¹². Além de ser um intermediário do processo de biohidrogenação, o CLA pode ser produzido pela ação da enzima delta-9-dessaturase sobre o ácido vacênico (C18:1 *trans*-11), no próprio tecido adiposo¹¹³.

O aumento natural do CLA *cis*-9 *trans*-11 e do ácido vacênico dentro da fração lipídica de carne bovina pode ser realizado por dietas ricas em forragens de gramíneas verdes *in natura*⁷.

Wang et al.¹¹⁴ não detectaram nenhum resultado prejudicial à saúde de ratos, magros ou obesos que receberam alimentação em curto prazo, de 1,5% de ácido vacênico. Mas a suplementação na dieta com ácido vacênico levou a diminuição significativa da concentração plasmática de triglicerídeos. Estas observações corroboram a hipótese de que os ácidos graxos *trans* industriais e de ruminantes têm bioatividade.

2.5.2. Colesterol

O colesterol, componente essencial para os mamíferos, é produzido por uma série de reações enzimáticas no retículo endoplasmático sendo transportado para a membrana plasmática. Também está presente no soro sanguíneo, na forma de lipoproteínas, que são absorvidas pelas células¹¹⁵. As lipoproteínas são hidrofóbicas e possibilitam o transporte dos lipídeos e sua solubilização. A lipoproteína de baixa densidade (LDL) é formada principalmente por colesterol e são capturadas por células hepáticas ou periféricas e no interior destas células o colesterol livre pode ser estefiricado para ser depositado. A expressão dos receptores de LDL (LDL-Rs) nos hepatócitos é a principal responsável pelo nível de colesterol no sangue. Já a lipoproteína de alta densidade (HDL) é composta por apolipoproteínas AI e AII e são formadas no fígado, intestino e circulação e é responsável por transportar o colesterol até o fígado, também tem outras ações que contribuem para a proteção do leito vascular contra a aterosclerose¹¹⁶.

O consumo de ácidos graxos saturados causa a elevação da concentração plasmática de colesterol e de LDL e os ácidos láurico (C12:0), mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) são considerados os mais preocupantes, pois tem maior ação hipercolesterolêmica¹¹⁷.

2.6. Oxidação lipídica na carne bovina

Os ácidos graxos podem sofrer alterações devido a oxidação lipídica, que é um fenômeno espontâneo e inevitável, com perdas de valores comercial e nutricional, uma vez que acontece nos ácidos graxos ou nos conteúdos que são elaborados a partir deles, como alimentos, por exemplo. Este fenômeno causa rejeição por parte do consumidor, visto que favorece o aparecimento de gostos e odores característicos de ranço, responsáveis por odores desagradáveis^{118,119}.

Além de afetar as características de aroma, a oxidação de lipídeos pode prejudicar outros aspectos de qualidade, como mudanças geradas na composição lipídica, interações entre os produtos de oxidação e de proteínas, alterações na capacidade de retenção de água, textura e valor nutricional, bem como a formação de substâncias tóxicas^{120,121,122}.

A oxidação lipídica limita a vida de prateleira durante o armazenamento com exposição ao oxigênio, sob condições em que a deterioração microbiana é impedida ou reduzida, como refrigeração ou congelamento¹²³.

Mecanismos de autooxidação, fotoxidação e a lipoxigenase estão envolvidos com a oxidação dos lipídios. A autooxidação envolve radicais livres, enquanto a fotoxidação e a rota da lipoxigenase diferem da autooxidação apenas no estágio de iniciação¹²⁴.

A oxidação de lipídeos insaturados é uma reação de radicais livres em cadeia, iniciada a partir de um ácido graxo que contem dupla ligação. A formação de radicais livres pode acontecer pela reação de íons metálicos, por tratamento térmico, pela absorção de energia irradiada, como também pela reação com outros radicais livres. A velocidade desta reação é afetada pelo grau de insaturação do ácido graxo, pela presença de pró e antioxidantes e pelas condições de armazenamento, como temperatura, umidade, oxigênio e luz¹²⁵.

A reação de fotoxidação é um processo oxidativo dos ácidos graxos insaturados resultante da exposição à luz, oxigênio e fotosensores, como a riboflavina, a clorofila e a mioglobina, que originam o processo de transferência de energia para a reação de formação do peróxido¹²⁶. As lipoxigenases são enzimas que promovem a incorporação de moléculas de oxigênio em ácidos graxos poli-insaturados¹²⁷.

A estabilidade oxidativa da carne depende do equilíbrio entre anti e pró-oxidantes, incluindo a concentração de ácidos graxos poliinsaturados¹²⁸.

2.7. Antioxidantes

Os antioxidantes podem ser classificados em primários, sinergistas, removedores de oxigênio, biológicos, agentes quelantes e antioxidantes mistos¹²⁹. Alguns antioxidantes sintéticos são utilizados pela indústria de alimentos pelo seu alto poder antioxidante e baixo custo e como exemplo, pode-se citar o hidroxianisol butilado (BHA) e hidroxitolueno butilado (BHT) que atuam na etapa da iniciação da oxidação lipídica¹³⁰, porém são apontados como promotores de alto risco à saúde humana e por esse motivo, antioxidantes naturais estão sendo indicados para substituição dos sintéticos utilizados nas formulações dos alimentos¹³¹.

Vitaminas como A, D, E e C, quando presentes na carne impedem a oxidação de lipídeos. Logo, enquanto a vitamina protege a gordura contra a oxidação de ácidos graxos, o valor nutricional de carne pode ser negativamente afetado por uma redução na disponibilidade geral dessas vitaminas¹³².

Dentre os tocoferóis, o α -tocoferol é o composto mais ativo e sua classe é responsável por doar seus átomos de hidrogênio aos radicais livres de origem lipídica interrompendo assim, a fase da propagação na autooxidação¹³³. Warren et al.¹³⁴ fizeram a comparação de vitamina E nas carnes de bovinos que receberam diferentes dietas. Foi verificado por este estudo que, os animais alimentados com silagem de gramíneas apresentaram maiores quantidades de vitamina E no plasma e nos músculos, em relação a aqueles alimentados com grãos. Consequentemente, o aumento de vitamina E resultou em carnes com menores índices de oxidação lipídica e maior estabilidade da cor.

Segundo Insani et al.¹³⁵ o nível mais elevado de antioxidantes (α -tocoferol e β -caroteno) foi encontrado nas carnes dos animais alimentados a pasto e, como consequência foi obtida melhoria na estabilidade da cor no final da exposição no varejo. Mercier et al.¹²⁸ verificaram que a dieta de bovinos tem um efeito importante sobre o estado antioxidante da carne, tais como o conteúdo de vitamina E e as atividades das enzimas antioxidantes. A terminação à pasto representou algumas vantagens em relação a dieta mista para a oxidação lipídica, pois a proteção antioxidante compensa o efeito da alta taxa pró-oxidante dos ácidos graxos poli-insaturados.

Além da alimentação, fatores como a raça, a condição sexual, a idade de abate e o nível nutricional dos animais interferem na qualidade nutricional da carne bovina^{2,20}.

3. OBJETIVO

3.1. Objetivo geral

Avaliar a influência do grupo genético e do tipo de alimentação na qualidade nutricional da carne de animais Nelore ou ½ Angus-Nelore alimentados a pasto com suplementação ou em confinamento com milho grão inteiro.

3.2. Objetivos específicos

- Avaliar a qualidade e a influência de diferentes grupos genéticos e diferentes tipos de terminação na composição centesimal das carnes dos animais;
- Verificar a influência do grupo genético e tipo de alimentação durante a terminação no pH e na cor da carne dos animais;
- Comparar os perfis de ácidos graxos da carne dos animais nos diferentes tratamentos;
- Também comparar os teores de vitamina E e a oxidação lipídica da carne de bovinos nos tratamentos definidos acima.

4. REFERÊNCIAS

1. Rota EL, Osório MTM, Osório JCS, Oliveira NM, Barboza J, Kasinger S. Efeitos do cruzamento de carneiros da raça Texel com ovelhas Corriedale e Ideal sobre a qualidade da carne. *Rev Bras Agrociênc.* 2004;140(4):487-91.
2. Nuernberg K, Dannenberger D, Nuernberg G, Ender K, Voigt J, Scollan ND, Wood JD, Nute GR, Richardson RI. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. *Livest Prod Sci.* 2005; 94(1-2):137-47. doi:10.1016/j.livprodsci.2004.11.036.
3. Medeiros SR, Gomes RC, Bungenstab DJ. *Nutrição de bovinos de corte: Fundamentos e aplicações.* Brasília: Embrapa, 2015. 178p.
4. Santos AGT, Vieira AR. Alturas de pastejo recomendadas para as principais forrageiras considerando 95% de interceptação luminosa. *Cadernos de Pós-graduação da FAZU*, v.2, 2011.
5. Rosa ANF, Menezes GRO. Artigo: Papel do Zebu na pecuária de corte brasileira. Embrapa Gado de Corte. 2016. [Acesso em 20 mar 2017]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/9523901/artigo-papel-do-zebu-na-pecuaria-de-corte-brasileira>
6. Moletta JL, Restle J. Características de carcaça de novilhos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. *R Bras Zoot.* 1996;25(5):876-88.
7. Ribeiro FG, Jorge AM, Francisco CL, Pariz CM, Castilhos AM, Silva MB. Simbióticos e monensina sódica no desempenho e na qualidade da carne de novilhas mestiças Angus confinadas. *Pesq Agropec Bras.* 2015;50(10):958-66. Doi: 10.1590/S0100-204X2015001000012
8. Daley CA, Abbott A, Doylel OS, Nader GA, Larson S. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutr J.* 2010;9(10):1-12. Doi:10.1186/1475-2891-9-10
9. Geay Y, Bauchart D, Hocquette JF, Joseph C. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. *Reprod Nutr Dev.* 2001;41(1):1-26.
10. Eriksson SF, Pickova J. Fatty acids and tocopherol levels in M. Longissimus dorsi of beef cattle in Sweden: A comparison between seasonal diets. *Meat Sci.* 2007;76(4):746–54. Doi: 10.1016/j.meatsci.2007.02.021.
11. Sainz RD, Hasting E. Simulation of the development of adipose tissue in beef cattle. In: McNamara JP, France J, Beever DE (Ed). *Modeling nutrient utilization in farm animals.* New York: CABI, 175-182, 2000.

12. Lottenberg AMP. Importância da gordura alimentar na prevenção e no controle de distúrbios metabólicos e da doença cardiovascular. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2009;53(5):595-607.
Doi:10.1590/S0004-27302009000500012
13. Scollan N, Hocquette JF, Nuernberg K, Dannenberger D, Richardson I, Moloney A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Sci.* 2006;74(1):17-33.
Doi: 10.1016/j.meatsci.2006.05.002.
14. Rossato LV, Bressan MC, Rodrigues EC, Gama LT, Bessa RJB, Alves SPA. Parâmetros físico-químicos e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Angus e Nelore terminados em pastagem. *Rev Bras Zootec.* 2010;39(5):1127-34.
Doi:10.1590/S1516-35982010000500025.
15. Nascimento ML, Abel KV, Valente EL, Barros LV. Fontes de energia, processamento de grãos e sítio de digestão do amido correlacionados com o acréscimo de gordura nos diferentes depósitos corporais de ruminantes. *Rev Eletrônica Vet.* 2008;9(4):1-17.
16. Kim EJ, Huws AS, Lee MRF, Scollan ND. Dietary Transformation of Lipid in the Rumen Microbial Ecosystem. *J Anim Sci.* 2009;22(9):1341-50.
Doi: <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2009.r.11>
17. IBGE, Estatística da Produção Pecuária – Março 2016. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Comissão especial de planejamento, controle e avaliação das Estatísticas agropecuárias. 2016, 76p.
18. Brasil, Projeções do Agronegócio – Brasil 2015-2016 a 2025-2026: Projeções de longo prazo. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. 2016, 136p.
19. Bressan, MC, Prado OV, Pérez JR, Lemos ALSC, Bonagurio S. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. *Ciênc Tec de Alim.* 2001;31(3):293-303.
20. Vêras ASC, Valdares Filho SC, Silva JFC, Paulino MF, Cecon PR, Valadares RFD, Ferreira MA, Silva CM, Silva BC. Predição da Composição Química Corporal de Bovinos Nelore e F1 Simental x Nelore a partir da Composição Química da Seção Hankins e Howe (Seção HH). *Rev Bras Zootec.* 2001;30(3):1112-19 (Suplemento 1).
21. Paulino MF, Figueiredo DM, Moraes EHBK, Porto MO, Sales MFL, Acedo TS. Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica Mário Fonseca Paulino. 4º Simpósio de produção de gado de corte, 2004; Viçosa, Brasil. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2004. p.93-144.
22. Costa NL. Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia. Porto Velho: Embrapa, 2004. 219p.

23. Santos Júnior JDG, Monteiro FA, Lavres Júnior J. Análise de Crescimento do Capim-Marandu Submetido a Doses de Nitrogênio. R. Bras. Zootec. 2004;33(6):1985-91. (Supl. 2)
24. Zorzan MHS. Avaliação da qualidade de forragem hidropônica de centeio, cevada e ervilhaca. [Tese]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais – Programa de Pós-Graduação em Agronomia; 2006. 62p.
25. Manella MQ, Lourenço AJ, Leme PR. Recria de Bovinos Nelore em Pastos de Brachiaria brizantha com Suplementação Protéica ou com Acesso a Banco de Proteína de Leucaena leucocephala. Desempenho Animal. R. Bras. Zootec. 2002;31(6):2274-82. Doi:10.1590/S1516-35982003000400028
26. Moreira FB, Prado IN, Cecato U, Wada FY, Nascimento WG, Souza NE. Suplementação com Sal Mineral Proteinado para Bovinos de Corte, em Crescimento e Terminação, Mantidos em Pastagem de Grama Estrela Roxa (*Cynodon plectostachyus* Pilger), no Inverno. R. Bras. Zootec. 2003;32(2):449-55.
27. Goes RHTB, Lambertucci DM, Brabes KCS, Alves DD. Suplementação protéica e energética para bovinos de corte em pastagens tropicais. Arq Ciênc Vet Zool. 2008;11(2):129-37.
28. Roth MTP. Estratégias de suplementação na recria em pastagens e terminação em confinamento de tourinhos da raça Nelore. [Tese]. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias; 2012. 142p.
29. Bürgi R. Confinamento estratégico. 38º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia; 2001; Piracicaba, Brasil. Piracicaba: Sociedade Brasileira Zootecnia, 2001, p.276-83.
30. Prado IN, Pinheiro AD, Alcalde CR, Zeoula LM, Nascimento WG, Souza NE. Níveis de Substituição do Milho pela Polpa de Citrus Peletizada sobre o Desempenho e Características de Carcaça de Bovinos Mestiços Confinados. Rev Bras Zootec. 2000;29(6):2135-41. (Suplemento 1).
31. Costa Junior C, Goulart RS, Albertini TZ, Feigl BG, Cerri CEP, Vasconcelos JT, Bernoux M, Lanna DPD, Cerri CC. Brazilian beef cattle feedlot manure management: A country survey. J. Anim. Sci. 2013;91(4):1811–1818
Doi:10.2527/jas2012-5603.
32. Nieto LM, Martins EN. Fatores genéticos que influenciam a qualidade da carne bovina: Revisão. Arq Cienc Vet Zool. UNIPAR. 2003;6(1):77-84.
33. Rossato LV, Bressa MC, Rodrigues EC, Carolino MIACM, Bessa RJB, Alves SPP. Composição lipídica de carne bovina de grupos genéticos taurinos e zebuínos terminados em confinamento. R Bras Zootec. 2009;38(9):1841-46.
Doi:10.1590/S1516-35982009000900029

34. Mousquer CJ, Moraes EHBK, Fernandes GA, Hoffmann A, Simioni TA, Castro WJR, Silva Filho AS, Fernandes FFD. Metabolismo visceral e eficiência do uso da energia por animais taurinos e zebuínos. PUBVET. 2014;8(5): ed. 254, art. 1684.
Doi: 10.22256/pubvet.v8n5.1684
35. Bianchini W, Silveira AC, Jorge AM, Arrigoni MB, Martins CL, Rodrigues E, Hadlich JC, Andrighetto C. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. R Bras Zootec. 2007;36(6):2109-17, (supl.).
36. Pineda NR. Influência do Nelore na produção de carne no Brasil. 3º Simpósio nacional de melhoramento animal, 2000; Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal; 2000. p. 3-13.
37. Carvalho RMS. Características da carne de bovinos cruzados (Wagyu × Red Angus) e maturação da carne de nelore. [Dissertação]. Diamantina: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, 2015.
38. Mezzadri FP. Cenário atual da pecuária de corte: Aspectos do Brasil com foco no estado do Paraná. Governo do Estado do Paraná - Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – SEAB - Departamento de Economia Rural – DERAL - Divisão de Conjuntura Agropecuária – DCA. 2007. [Acesso 21 mar 2017]. Disponível em <http://angus.org.br/asbia-confirma-crescimento-de-154-da-venda-de-semen-da-raca-aberdeen-angus/>.
39. ASBIA – Associação Brasileira de Angus [online] 2016. [Acesso 20 jan 2017]. Disponível em <http://angus.org.br/asbia-confirma-crescimento-de-154-da-venda-de-semen-da-raca-aberdeen-angus/>.
40. Lopes LM, Ladeira MM, Machado Neto OR, Ramos EM, Paulino VR, Chizzotttil ML, Guerreira MC. Composição química e de ácidos graxos do músculo longissimus dorsi e da gordura subcutânea de tourinhos Red Norte e Nelore. R Bras Zootec. 2012;41(4):978-85.
41. Ito RH, Prado IN, Rotta PP, Oliveira MG, Prado RM, Moletta JL. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of longissimus muscle of young bulls from four genetic groups finished in feedlot. R Bras Zootec. 2012;41(2):384-91.
42. Pethick DW, Harper GS, Oddy VH. Growth, development and nutritional manipulation of marbling in cattle. Aust J Exp Agric. 2004;44(7):705-15.
43. De la Fuente J, Díaz MT, Álvarez I, Oliver MA, Font i Furnols M, Sañudo C, Campo MM, Montossi F, Nute GR, Cañeque V. Fatty acid and vitamin E composition of intramuscular fat in cattle reared in different production systems. Meat Sci. 2009;82(3):331-37.
Doi:10.1016/j.meatsci.2009.02.002

44. Gama LT, Bressan MC, Rodrigues EC, Rossato LV, Moreira OC, Alves SP, Bessa RJB. Heterosis for meat quality and fatty acid profiles in crosses among *Bos indicus* and *Bos taurus* finished on pasture or grain. *Meat Sci.* 2012;93(1):98-104.
Doi: 10.1016/j.meatsci.2012.08.005.
45. Williams P. Section 2: Key nutrients delivered by red meat in the diet. *Nutr Diet.* 2007;64 (Suppl. 4): S113–S119.
Doi:10.1111/j.1747-0080.2007.00197.x
46. Troy DJ, Kerry JP. Consumer perception and the role of science in the meat industry. *Meat Sci.* 2010;86(1):214-26.
Doi:10.1016/j.meatsci.2010.05.009
47. Roça RO. Tecnologia da carne e produtos derivados. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP; 2000. 202p.
48. Gava AJ. Princípios de tecnologia de alimentos: princípios e aplicações. São Paulo: Ed. Nobel, 2009, 511p.
49. Felício PE. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. 36º Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 1999. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p.89-97.
50. Lawrie RA. Ciência da carne, 6a ed. Porto Alegre: Artmed; 2004. 384p.
51. Abrahão JJS, Marques JÁ, Macedo LM, Prado JM, Visantainer JV, Prado IN. Composição química e perfil de ácidos graxos do músculo Longissimus de bovinos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. *Acta Sci Anim Sci.* 2008;30(4):443-49.
Doi:10.4025/actascianimsci.v30i4.465
52. Ordonez JA. Tecnologia de Alimentos: alimentos de origem animal, v.2. Porto Alegre: Artmed; 2005. 294 p.
53. Domene AMSA. Contribuição da carne bovina para uma alimentação saudável. 5º Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas [online] 2002. [Acesso em 20 jul 2016]. Disponível em: <http://www.sic.org.br/PDF/Contribuicaodecarne.pdf>
54. Pires IS, Rosado GP, Costa NMB, Monteiro JBR, Oliveira RS, Jaeger MPL, Mourão DM. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos da carne de novilho precoce alimentado com lipídios protegidos. *Ciênc Tecnol Aliment*, v.28, p.178-83, 2008.
55. Ferrari AC. Qualidade da carne de bovinos recriados em pastagens associada a suplementação e terminação a pasto ou no confinamento. [Dissertação]. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias; 2016.
56. Lawrie RA. Ciência da carne, 6a ed. Porto Alegre: Artmed; 2004. 384p.

57. Duckett SK, Neel JPS, Fontenot JP, Clapham WM. Effects of winter stocker growth rate and finishing system on: III. Tissue proximate, fatty acid, vitamin, and cholesterol content. *J Anim Sci.* 2009;87(9):2961-70.
Doi:10.2527/jas.2009-1850.
58. Jaeger SMPL, Dutra AR, Pereira JC, Oliveira ISC. Características da Carcaça de Bovinos de Quatro Grupos Genéticos Submetidos a Dietas com ou sem Adição de Gordura Protegida. *R Bras Zootec.* 2004;33(6):1876-87.(Supl. 1).
59. Guerra I, Biesek S, Alves LA. Estratégias de Nutrição e Suplementação No Esporte. 3a ed. Barueri: Manole, 2015, 460p.
60. Brandão PA, Costa FGP, Barros LR, Nascimento GAJ. Ácidos graxos e colesterol na alimentação humana. *Agropecu Tec.* 2005 26(1):5-14.
61. Osório JDS, Osório MTM, Oliveira ND, Siewerdt L. Qualidade, morfologia e avaliação de carcaças. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária – UFPel, 2002, 196p.
62. Barbosa PF. Raças e estratégias de cruzamento para produção de novilhos precoces. I Simpósio de Produção de Gado de Corte. Viçosa: Universidade Federal De Viçosa, 1999. 296p.
63. Bressan MC, Rossato LV, Rodrigues EC, Alves SP, Bessa RJB, Ramos EM, Gama LT. Genotype × environment interactions for fatty acid profiles in *Bos indicus* and *Bos taurus* finished on pasture or grain. *R Bras Zootec.* 2011;40(6):1250-59.
Doi:10.2527/jas.2009-2672.
64. Wood JD, Enser M, Fisher AV, Nute GR, Sheard PR, Richardson RI, Hughes SI, Whittington FM. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Sci.* 2008;78(4):343-58.
Doi:10.1016/j.meatsci.2007.07.019
65. Visentainer JV, Franco MRB. Ácidos graxos em óleos e gorduras: identificação e quantificação. São Paulo: Varela, 2006. 120p.
66. Damodaran S, Parkin KL, Fennema OR. Química de Alimentos de Fennema. 4a ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900p.
67. Martin CA, Almeida VV, Ruiz MR, Visantainer JEL, Matshushita M, Souza NE, Visantainer JV. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. *Rev Nutr.* 2006;19(6):761-70.
68. Vernon RG. Lipid metabolism in adipose tissue of ruminants. In: Chistie WW. Lipid metabolism in ruminant animals. Oxford: Pergamon Press Ltd. 1981, p. 296-329.
69. Kozloski GV. Bioquímica dos ruminantes. Santa Maria: Editora UFSM, 2002, 140p.
70. Oliveira JS, Zanine AM, Santos EM. Processo fermentativo, digestivo e fatores antinutricionais de nutrientes para ruminantes. *Rev Electrônica Vet.* 2007;3(2):1-13.

71. Berchielli TT. Nutrição de ruminantes. Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.
72. Osório JH, Vinazo J. El metabolismo lipídico bovino y su relación con la dieta, condición corporal, estado productivo y patologías asociadas. *Biosalud*. 2010;9(2):56-66.
73. Palmquist DL, Mattos WRS. Metabolismo de lipídeos. In: *Nutrição de Ruminantes*. Jaboticabal: Funep, p. 151-82, 2006.
74. Laliotis GP, Bizelis I, Rogdakis E. Comparative Approach of the de novo Fatty Acid Synthesis (Lipogenesis) between Ruminant and Non Ruminant Mammalian Species: From Bio-chemical Level to the Main Regulatory Lipogenic Genes. *Curr. Genomics*. 2010;11(3): 168-83.
75. Sheriff DS. *Medical Biochemistry*. Jaypee Brothers Publishers: New Delhi, 2004, 531p.
76. Smith SB, Gill CA, Lunt DK, Brooks MA. Regulation of Fat and Fatty Acid Composition in Beef Cattle. *Frenc*, 2009;22(9):1225-33.
77. Woutersen RA, Appel MJ, Garderenhoetmer A, Van WMVW. Dietary fat and carcinogenesis. *Mutat Res*. 1999;443(1-2):111-27.
78. Calder PC. Immunoregulatory and antiinflammatory effects of n-3 polyunsaturated fatty acids. *Braz J Med Biol Res*. 1998;31(4):467-90.
79. Teitelbaum JE, Walker WA. Review: The role of omega 3 fatty acids in intestinal inflammation. *J Nutr Biochem*. 2001;12(1):21-32.
80. Lima Júnior DM, Rangel AHN, Urbano AS, Maciel MV, Amaro LPA. Alguns aspectos qualitativos da carne bovina: uma revisão. *Acta Vet Bras*. 2011;5(4):351-58.
81. Scollan ND, Choi NJ, Kurt E, Fisher AV, Enser M, Wood JD. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. *Br J Nutr*. 2001;85(1):115–24.
82. Holanda MAC, Holanda MCR, Mendonça Júnior AF. Suplementação dietética de lipídios na concentração de ácido linoleico conjugado na gordura do leite. *Acta Vet Brasilica*. 2011;5(3):221-29.
83. Parodi PW. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic. *J Dairy Sci*. 1999;82(6):1339-49.
84. Jenkis TC. Lipid metabolismo in the rumen. In: *Symposium: Advances in ruminant lipid metabolismo*. *J Dairy Sci*. 1993;76:3851-63.
85. Maia MRG, Chaudhary LC, Figueres L, Wallace RJ. Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen. *Antonie van Leeuwenhoek*. 2007;91(4):303–14.

86. Maia MRG, Chaudhary LC, Bestwick CS, Richardson AJ, Mckain N, Larson TR, Graham IA, Wallace RJ. Toxicity of unsaturated fatty acids to the biohydrogenating ruminal bacterium, *Butyrivibrio fibrisolvens*. *BMC Microbiol.* 2010;10(52):1-10. Doi:10.1186/1471-2180-10-52.
87. Bessa RJB, Santos-Silva J, Ribeiro JMR, Portugal AV. Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. *Livest Prod Sci.* 2000;63(3):201-11. Doi:10.1016/S0301-6226(99)00117-7
88. Lourenço M, Ramos-Morales E, Wallace RJ. The role of microbes in rumen lipolysis and biohydrogenation and their manipulation. *Anim.* 2010;4(7):1008–23. Doi:10.1017/S175173111000042X.
89. Nurnberg K, Wegner J, Ender K. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. *Livest Prod Sci.* 1998; 56(2):145-56.
90. Moraes FP, Colla LM. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. *Rev Eletrônica de Farm.* 2006;3(2):99-112.
91. Lee KW, LIP GY. The role of ômega-3 fatty acids in the secondary prevention of cardiovascular disease. *Q J Med.* 2003;96(7):465-80. Doi:10.1093/qjmed/hcg092
92. Uauy, R.; Valenzuela, A. Marine oils: the health benefits of n-3 fatty acids. *Nutrition.* 2000;16(7-8):680-84.
93. Surette ME. The science behind dietary omega-3 fatty acids. *Can. Med. Assoc. J.* 2008;178(2):177-80.
94. König D, Berg AC, Weinstock C, Keul J, Northoff H. Essential Fatty Acids, Immune Function and Exercise. *Exerc Immunol Rev.* 1997;3:1-31.
95. Ratnayake WMN, Galli C. “Fat and fatty acid terminology, methods of analysis and fat digestion and metabolism: a background review paper”. *Ann Nutr Metab.* 2009;55(1–3):8-43.
96. Smith WL. Nutritionally essential fatty acids and biological indispensable cyclooxygenases. *Trends Bioch Sci.* 2007;33(1):27-37.
97. Oliveira GMM. Antiagregantes plaquetários: Artio de revisão. *SOCERJ.* 2001;XIV(1):21-7.
98. Calder PC. Polyunsaturated fatty acids and inflammation. *Biochem Soc Trans.* 2005;33(2):423-27.
99. Sasazuki S, Inoue M, Iwasaki M, Sawada N, Shimazu T, Yamaji T, Takachi R, Tsugane S. Intake of n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids and development of colorectal cancer by subsite: Japan Public Health Center–based prospective study. *Int J Cancer.* 2011;129(7):1718-29.

Doi: 10.1002/ijc.25802. Epub 2011 Apr 1.

100. Song M, Zhang X, Meyerhardt JA, Giovannucci EL, Ogino S, Fuchs SC, Chan AT. Marine ω -3 polyunsaturated fatty acid intake and survival after colorectal cancer diagnosis. *J Natl Cancer Inst.* 2015;107(4):1-7

Doi: 10.1093/jnci/djv007. Print 2015 Apr.

101. Colussi G, Catena C, Novello M, Bertin N, Sechi LA. Impact of omega-3 polyunsaturated fatty acids on vascular function and blood pressure: Relevance for cardiovascular outcomes. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2017;27(3):191-200.

Doi: 10.1016/j.numecd.2016.07.011.

102. Masana MF, Koyanagi A, Haro JM, Tyrovolas S. n-3 Fatty acids, Mediterranean diet and cognitive function in normal aging: A systematic review. *Exp Gerontol.* 2017;14(91):39-50.

Doi: 10.1016/j.exger.2017.02.008.

103. Lin PY, Chang CH, Chong MFF, Chen H, Su KP. Polyunsaturated Fatty Acids in Perinatal Depression: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Biol Psychiatry.* 2017; Article in Press.

Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biopsych.2017.02.1182>.

104. Pompili M, Longo L, Dominici G, Serafini G, Lamis DA, Sarris G, Amore M, Girardi P. Polyunsaturated fatty acids and suicide risk in mood disorders: A systematic review. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry.* 2017;6(74):43-56.

Doi: 10.1016/j.pnpbp.2016.11.007

105. Connor WE. Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *Am J Clin Nutr.* 2000;71(1):171-175(suppl).

106. Suárez-Mahecha H, Francisco A, Beirão LH, Block JM, Saccol A, Pardo-Carrasco S. Importância de ácidos graxos poliinsaturados presentes em peixes de cultivo e de ambiente natural para a nutrição humana. *Bol Inst Pesca.* 2002;28(1):101-10.

107. Martin CA, Visentainer JV, Oliveira AO, Oliveira CC, Matsushita M, Souza NE. Fatty acid contents of brazilian soybean oils with emphasis on trans fatty acids. *J Braz Chem Soc.* 2008; 19(1):117-22.

Doi:10.1590/S0103-50532008000100017

108. Applewhite TH. Nutritional Effects of Hydrogenated Soya Oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 1981; 58:260-69.

109. Ribeiro APB, Moura JMLN, Grimaldi R, Gonçalves LAG. Interesterificação química: Alternativa para obtenção de gorduras zero trans. *Quím Nova.* 2007;30(5):1295-1300.

110. Moreira NX, Curi R, Mancini-Filho J. Ácidos graxos: uma revisão. *J Braz Soc Food Nutr.* 2002;24(1):105-23.

111. Abu-Ghazaleh AA, Schingoethe DJ, Hippen AR. Conjugated linoleic acid and other beneficial fatty acids in milk fatty from cows fed soybean meal, fish meal, or both. *J Dairy Sci.* 2001;84(8):1845-50.
112. Evans ME, Brown JM, McIntosh MK. Isomer-specific effects of conjugated linoleic acid (CLA) on adiposity and lipid metabolism. *J Nutri Biochem.* 2002;13(9):508-16.
Doi:10.1016/S0955-2863(02)00211-5
113. Bauman DE, Barbano DM, Dwyer DA, Griinari JM. Technical note: Production of butter with enhanced conjugated linoleic acids for use in biomedical studies with animal models. *J Dairy Sci.* 2000;83(11):2422-25.
114. Wang Y, Lu J, Ruth MR, Goruk SD, Reaney MJ, Glimm DR, Vine DF, Field CJ, Proctor SD. Trans-11 Vaccenic Acid Dietary Supplementation Induces Hypolipidemic Effects in JCR:LA-cp Rats^{1,2}. *J. Nutr.* 2008;138(11):2117-22.
115. Yang ST, Kreutzberger AJB, Lee J, Kiessling V, Tamm LK. The role of cholesterol in membrane fusion. *Chem Phys Lipids.* 2016; 199:136-43.
Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemphyslip.2016.05.003>
116. Xavier HT, Izar MC, Faria Neto JR, Assad H, Rocha VZ, Sposito AC, Fonseca FA, Santos JE, Santos RD, Bertolami MC, Faludi AA, Martinez TLR, Diamant J, Guimarães A, Forti NA, Moriguchi E, Chagas ACP, Coelho OR, Ramires JAF. V Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. *Arq Bras Cardiol.* 2013; 101(4):1-22.
117. Hautrive TP, Marques AC, Kubota EH. Avaliação da composição centesimal, Colesterol e perfil de ácidos graxos de cortes cárneos comerciais de avestruz, suíno, bovino e frango. *Alim Nutr.* 2012;23(2):327-34.
118. Silva FAM, Borges MFM, Ferreira MA. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. *Quím Nova.* 1999;22(1):94-103.
119. Osawa CC, Felício PE, Gonçalves LAG. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. *Quím Nova.* 2005;28(4):655-63.
Doi:10.1590/S0100-40422005000400019
120. Buckley DJ, Morrissey PA, Gray JI. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. *J Anim Sci.* 1995;73(10):3122–30.
121. Gray JI, Goma EA, Buckley DJ. Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Sci.* 1996;43(1):111–23.
Doi:10.1016/0309-1740(96)00059-9
122. Resconi VC, Escudero A, Campo MM. The Development of Aromas in Ruminant Meat. *Mol.* 2013;18(6):6748-81.
Doi: 10.3390/molecules18066748.

123. Campo MM, Nute GR, Hughes SI, Enser M, Wood JD, Richardson RI. Flavour perception of oxidation in beef. *Meat Sci*, 2006;72(2):303–11.
Doi:10.1016/j.meatsci.2005.07.015
124. Wanasundara PKPD, Shahidi F. Antioxidants: Science, Technology, and Applications. In: Shahidi F. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products: Chemistry, Properties and Health Effects*. EUA: Wiley-interscience; 6a ed., v.1, 2005.
125. D'Arce MABR. Deterioração de lipídeos – Ração. In: Oetterer M, Arce MABR, Spoto MHF. *Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Tamboré: Manole, 2006. p.243-95.
126. Araújo JMA. Oxidação de lipídeos em alimentos. In: Araújo JMA, editor. *Química de alimentos: Teoria e prática*. 5a ed. Viçosa: UFV; 2011. p.15-122.
127. Evangelista CM, Regitano-Darce MAB. Análise espectrofotométrica da ação das lipoxigenases em grãos de soja macerados em diferentes temperaturas. *Cienc Tecnol Aliment*. 1997;17(3), 1997.
Doi:10.1590/S0101-20611997000300015
128. Mercier Y, Gatellier P, Renerre BM. Lipid and protein oxidation in vitro, and antioxidant potential in meat from Charolais cows finished on pasture or mixed diet. *Meat Sci*. 2004;66(2):467–73.
Doi:10.1016/S0309-1740(03)00135-9.
129. Bailey AE. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. New York: John Wiley, 5a ed., v.3, 2005, 643 p.
130. Huang B, He J, Ban X, Zeng H, Yao X, Wang Y. Antioxidant activity of bovine and porcine meat treated with extracts from edible lotus (*Nelumbo nucifera*) rhizome knot and leaf. *Meat Sci*. 2011;87(1):43-56.
131. Coneglian SM, Lima BS, Silva LG, Lazzari CM, Serrano RDC, Tonello CL. Utilização de antioxidantes nas rações. *PUBVET*. 2011;5(5), Ed. 152, Art. 1026.
132. Madhavi DL, Deshpande SS, Salunkhe DK. *Food antioxidants: Technological, toxicological*. New York: Marcel Dekker, 1996, 512 p.
133. Barreiros ALBS, Davis JM. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. *Quím Nova*. 2006;29(1):113-23.
Doi:10.1590/S0100-40422006000100021
134. Warren HE, Scollan ND, Nute GR, Hughes SI, Wood JD, Richardson RI. Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. II: Meat stability and flavor. *Meat Sci*. 2008;78(3):270–78.
Doi:10.1016/j.meatsci.2007.06.007
135. Insani EM, Eyherabide A, Grigioni G, Sancho AM, Pensel NA, Descalzo AM. Oxidative stability and its relationship with natural antioxidants during refrigerated retail display of beef produced in Argentina. *Meat Sci*. 2008;79(3):444-52.

CAPÍTULO 2 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E COLESTEROL DA CARNE DE TOURINHOS NELORE E ½ ANGUS-NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO OU EM PASTAGEM COM SUPLEMENTAÇÃO

RESUMO

Tourinhos Nelore e ½ Angus-Nelore terminados a pasto com suplementação proteico-energética ou em confinamento, tiveram suas carnes avaliadas, após atingirem 480 kg, quanto a umidade, cinzas, proteína, gordura e colesterol. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 (dois grupos genéticos e dois tipos de terminação), onde os dados foram submetidos a análise de variância e as médias, ao teste de tukey a 5% de probabilidade. Foi verificado que, para as análises de umidade, cinzas e colesterol não houve interação significativa entre o grupo genético e o tipo de terminação, como também nos fatores analisados individualmente. O teor de proteína foi influenciado pela interação entre genética e terminação ($P < 0,05$). Para a variável gordura, os fatores individuais foram significativos ($P < 0,05$). Conclui-se que, o teor de proteína foi maior em animais ½ Angus-Nelore quando terminados em confinamento, enquanto em animais Nelore maior quantidade de proteína ocorreu na terminação a pasto com suplementação. Os animais Nelore adquiriram maior deposição de gordura intramuscular devido sua maior permanência recebendo alimentação e a terminação em confinamento gerou carnes com maior teor de gordura por disponibilizar aos animais maior teor energético e menos gasto calórico em comparação a terminação a pasto com suplementação.

Palavras-Chaves: Qualidade nutricional, proteína, cruzamento genético, dieta, terminação.

CHAPTER 2- CENTESIMAL COMPOSITION AND CHOLESTEROL OF MEAT OF NELORE AND ½ ANGUS-NELORE STEERS FINISHED IN FEEDLOT OR ON PASTURE WITH SUPPLEMENTATION

ABSTRACT

Nelore and ½ Angus-Nelore steers, finished on pasture with supplementation or in feedlot, had their meat evaluated for moisture, ash, protein, fat and cholesterol after reaching 480 kg body weight. The experimental design was completely randomized, in a 2x2 factorial arrangement (two genetic groups and two finishing systems), with data submitted to analysis of variance and the means compared by Tukey test at 5% of probability. It was verified, for the moisture, ash and cholesterol analysis, that there was no significant interaction between the genetic group and the finishing system, as well as in the individually analyzed factors. The protein content was influenced by interaction between genetics and finishing system ($P<0.05$). For the fat variable, the individual factors were significant ($P<0.05$). It is concluded the protein content was higher in ½ Angus-Nelore animals when they were finished in feedlot, whereas in Nelore animals, the higher amount of protein occurred on pasture with supplementation finishing system. Nelore animals acquired higher deposition of intramuscular fat due to their longer stay receiving feed and the feedlot finishing resulted in meat with higher fat content since they provided higher energy content and less caloric expenditure to the animals compared to the pasture with supplementation finishing system.

Keywords: Diet, finishing phase, genetic cross, nutritional quality, protein.

1. INTRODUÇÃO

A carne contém alto valor biológico, uma vez que possui elementos essenciais ao organismo humano¹. É considerada muito importante como fonte de proteína e minerais^{2,3}, mas podem existir variações quanto aos elementos que interferem física e quimicamente em sua composição, que acontecem devido ao tipo de raça e de alimentação, por exemplo⁴.

A raça do animal pode influenciar na taxa de deposição da gordura, que vai intervir na quantidade e qualidade dos lipídeos presentes, como o valor nutritivo, sabor, aroma e textura da carne^{5,6,7}. As tendências mercadológicas indicam o cruzamento das raças britânicas x Nelore para diversas melhorias na carne bovina⁸.

A dieta fornecida por meio de confinamento traz benefícios relacionados ao sistema de produção, como redução da idade de abate e padronização das carcaças, mas a carne de animais alimentados em sistema de pastagem possui maior vantagem em relação ao perfil nutricional, visto que produzem menor quantidade de gordura, incluindo a de classificação saturada, além de possuírem maior quantidade de antioxidantes, como a vitamina A e E^{9,10}. A estratégia alimentar de suplementação de bovinos mantidos em pastagem e também o uso do potencial genético são soluções que garantem rentabilidade dos sistemas de produção, sendo que a suplementação proteico-energética impulsiona melhor utilização de nutrientes e a digestibilidade das forragens maduras¹¹.

Em trabalhos que avaliaram o teor de umidade, proteína e gordura em músculos de animais *Bos indicus* e *Bos taurus* não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos genéticos para as análises citadas acima^{12,13}. Ao avaliar a influência do tipo de terminação nos teores de umidade, cinzas, proteína, gordura e colesterol em músculo *Longissimus dorsi* de bovinos também não foi encontrado diferença significativa entre os sistemas de terminação¹⁴. Maggioni et al.¹⁵ ao estudarem a qualidade da carne de novilhos mestiços não encontraram diferença significativa entre os teores de colesterol, encontrando uma média de 24,5 mg 100g⁻¹ de músculo.

O objetivo deste capítulo foi estudar as diferenças na composição centesimal e no teor de colesterol das carnes de animais Nelore ou ½ Angus-Nelore terminados em confinamento ou pastagem com suplementação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Obtenção das amostras

As amostras de carne foram obtidas de 26 animais contemporâneos, sendo 13 animais da raça Nelore e 13 animais ½ Angus-Nelore, mantidos a 07°11'28'' de Latitude Sul e 48°12'26'' de Longitude Oeste, na região Norte de Tocantins. Após o desmame, os animais foram mantidos, durante o período seco (de maio até novembro), em piquetes de pastagem, recebendo suplemento proteico-energético equivalente a 0,5% do peso vivo. Os bezerros foram distribuídos em três piquetes de *Braquiária brizantha* cv. Marandu, que receberam tanto animais Nelores quanto cruzados. A suplementação foi fornecida às 9h em cochos localizados próximos aos bebedouros com área de 20 cm por animal. A composição do suplemento encontra-se na Tabela 2.1.

TABELA 2.1 - Percentual dos ingredientes na formulação do suplemento com base na matéria seca (MS)

Ingredientes (g.kg⁻¹ MS¹)	Nível de suplementação - 0,5%PV
Sorgo moído	378,1
Farelo de soja	546,9
Núcleo mineral 170P ²	23,6
Cloreto de sódio	22,9
Calcário	27,8
Promotor de crescimento (Rumensin 100)	0,8
Composição Química	(g.kg⁻¹ MS)
Matéria seca	912,6
Proteína Bruta	289,2
Extrato etéreo	10,1
Fibra em detergente Neutro	160,5
Material mineral	90,6
Nutrientes digestíveis totais ³	700,6

¹ MS = matéria seca; ²Agrocria 170P - Ca- 200g; P-170g; Mg- 12g; S- 23g; Co-120mg; Se-18mg; Cu-1200mg; I-120mg; Mn-1000mg; Zn-5400mg; F-2084mg; ³Estimado¹⁵ (NRC, 2000). *Fonte: Cunha (Em fase de elaboração): Análises feitas para o projeto de doutorado de Odislei F.R. Cunha, cujos dados não fazem parte de sua tese e um artigo será elaborado a parte

Ao término da primeira etapa, foi iniciada a fase de terminação dos 26 novilhos: 12 animais a pasto com suplementação e 14 animais confinados com dieta a base de grão de milho inteiro.

2.1.1 Terminação a Pasto com suplementação

Realizada no período chuvoso, a terminação a pasto foi feita com suplementação proteico-energética, em piquetes de *Braquiária brizantha* cv. Marandu, em quantidade

equivalente a 0,5% do peso vivo (Tabela 2.2), da mesma forma que aconteceu anteriormente.

Foram utilizados 12 animais, sendo seis Nelores e seis ½ Angus-Nelore. Os animais cruzados permaneceram 109 dias na fase de terminação a pasto, enquanto os Nelore permaneceram 165 dias. O abate de todos os animais ocorreu com o peso aproximado de 480 kg.

TABELA 2.2 - Percentual dos ingredientes na formulação do suplemento proteico-energética com base na matéria seca (MS)

Ingredientes (g kg⁻¹ MS)	Nível de suplementação – 0,5%PV
Sorgo moído	92,93
Suplemento mineral (Agrocria 170P) ¹	2,30
Cloreto de sódio	2,10
Calcário	2,60
Rumensin 100	0,07
Total	100

¹Agrocria 170P - Ca- 200g; P-170g; Mg- 12g; S- 23g; Co-120mg; Se-18mg; Cu-1200mg; I-120mg; Mn-1000mg; Zn-5400mg ;F-2084mg.

2.1.2. Terminação em confinamento

Para a terminação em confinamento foram utilizados 14 machos dos dois grupos genéticos, que foram enviados para a Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFT, Campus de Araguaína - TO. Os animais foram confinados em cobertura e piso de concreto. Foi avaliada a dieta a base de milho grão inteiro (MGI) por Cunha (2014)¹⁶. A Tabela 2.3 apresenta o percentual de ingredientes juntamente com os resultados de sua composição.

TABELA 2.3 - Percentual dos ingredientes utilizados nas formulações com base na matéria seca da dieta total e o resultado de sua composição

Ingredientes	(g kg⁻¹ MS)
Milho grão inteiro	846,3
Suplemento proteico mineral vitamínico (Engordim®)	153,7
Composição química	(g kg⁻¹ MS)
Matéria seca (g kg ⁻¹ de matéria natural)	889,77
Proteína bruta	135,41
Extrato etéreo	38,28
Fibra em detergente neutro	121,65
Carboidratos não fibrosos	652,98
Lignina	11,56
Carboidratos totais	774,63
Nutrientes digestíveis totais ¹	830,07

¹Estimado¹⁶ (NRC, 2000).

A adaptação dos animais às dietas experimentais foi feita em 21 dias, reduzindo a participação do volumoso da dieta gradativamente.

Assim como na pastagem com suplementação, os animais permaneceram em confinamento em diferentes tempos. Os ½ Angus-Nelore permaneceram por 55 dias, enquanto os Nelores, 109 dias. O peso de abate também foi de aproximadamente 480 kg.

Todos os procedimentos e protocolos utilizados neste experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Tocantins (CUA-UFT) sob Processo nº 23101.003928/2012-55 (Anexo 1).

2.1.3. Abate e obtenção do músculo *Longissimus dorsi*

Após atingirem o peso pretendido, os animais foram abatidos em frigorífico sob regime de Inspeção Federal (SIF). As meias carcaças foram identificadas e acondicionadas em câmara fria com temperatura em torno de 2°C, na qual permaneceram por um período de 24 horas e logo depois foram desossadas. Após a desossa, os músculos *Longissimus dorsi* foram embalados em sacos de poliestireno e imediatamente congeladas a -18°C, em freezer comercial, para posteriores análises físico-químicas. Após o congelamento, as amostras foram enviadas, em caixas isotérmicas, ao laboratório de físico-química do Centro de Pesquisa em Alimentos (CPA), localizado na Escola de Veterinária e Zootecnia, da Universidade Federal de Goiás – UFG, onde permaneceram em freezer a -40°C até o momento das análises.

Como a espessura da gordura subcutânea (EGS) pode influenciar algumas características estudadas neste experimento, foi utilizado os dados de EGS (Tabela 2.4) obtidos no experimento de Cunha¹⁷ e em um trabalho ainda não publicado pelo mesmo autor. A metodologia utilizada para EGS foi segundo Müller¹⁸.

Tabela 2.4 – Médias¹ de EGS (mm) para a carne de animais Nelore e ½ Angus-Nelore terminados a pasto com suplementação ou em confinamento com milho grão inteiro.

Tipo terminação (T)	Genética (G)		Probabilidades			CV(%)
	½ Angus-Nelore	Nelore	Média (T)	T ²	G ³	TxG ⁴
Pasto com supl.	1,87aA	2,12aA	1,99			
Confinamento	2,78aA	5,14bB	3,96	<0,001	0,016	0,048
Média (G)	2,33	3,63				41,77

¹Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha (horizontal) não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, na coluna (vertical) não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; ²Probabilidade do fator terminação; ³Probabilidade do fator grupo genético; ⁴Probabilidade da interação entre terminação e grupo genético.

Fonte: Cunha (2014); Cunha (Em fase de elaboração): Análises feitas para o projeto de doutorado de Odislei F.R. Cunha, cujos dados não fazem parte de sua tese e um artigo será elaborado a parte.

2.2. Análises físico-químicas

2.2.1. Composição centesimal

Todas as análises de composição foram realizadas, em duplicata, no laboratório de físico-química do Centro de Pesquisa em Alimentos da UFG. A determinação de umidade, cinzas e proteínas foram realizadas segundo metodologia da AOAC¹⁹. A análise de lipídios foi feita utilizando metodologia proposta por Bligh-Dyer (1959)²⁰.

2.2.2 Análise de Colesterol

a. Saponificação e extração

Foram pesados 0,75 g de amostra homogeneizada juntamente com 0,2 g de ácido ascórbico em tubos rosqueáveis. Ao tubo foi adicionado solução saponificante, composta de 11% de hidróxido de potássio, 55% v/v de etanol e 45% v/v de água destilada e em seguida tampados e agitados em vortex. Após a mistura, foi inserido nitrogênio gasoso ao “*head space*” do tubo, seguido do aquecimento em banho-maria a 80°C, por 15 minutos com agitação, para saponificação. Passados este tempo, os tubos foram esfriados durante 1 minuto e em seguida receberam 1,5 mL de água destilada e 3 mL de hexano com BHT (0,25 µg.mL). Para homogeneizar os reagentes adicionados com o conteúdo saponificado, os tubos foram novamente agitados em vortex, durante 2 minutos e posteriormente centrifugados a 1500G, durante 5 minutos. Por fim, a alíquota superior, que contém o hexano, foi coletada e filtrada por meio de filtro Millipore (Millex, hidrofílico, 0,45x13) em vial com septo para HPLC, segundo metodologia descrita por Prates et al. (2006)²¹.

b. Análise em cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE)

Para a análise dos extratos utilizou-se o Cromatógrafo líquido Shimadzu, Prominence, com detector UV-Variável. Vinte microlitros de extrato foram injetados utilizando coluna de sílica 5 µm, 150x4,6 mm (d.i.), Microsorb-MV (Rainnin Instrument Company). A fase móvel foi composta de hexano-isopropanol (99:1) em um sistema isocrático de eluição, a uma vazão de 1,0 mL min⁻¹. O comprimento de onda utilizado foi de 202 nm para o colesterol, que foi eluído em torno de 2 min. A corrida típica durou em torno de 10 min. A identificação foi feita por comparação do tempo de retenção do padrão

analisado, colesterol (5-cholesten-3 β -ol Sigma C-8667, + 99 %) na mesma condição analítica e também por co-cromatografia. A quantificação foi feita por padronização externa, sendo a curva de calibração construída utilizando-se cinco níveis de concentração, onde cada ponto foi representado pela média de duas determinações. Os níveis de concentração para o colesterol variaram de 0,05 a 1 mg.mL⁻¹.

2.2.3. Delineamento Experimental

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 2 (dois grupos genéticos e dois tipos de terminação) conforme a Tabela 2.5, com seis repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as comparações entre médias dos tratamentos foram realizadas usando o teste Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software R (2015)²².

Para verificar a correlação existente entre as variáveis estudadas foi utilizado o coeficiente de correlação linear de Pearson. A significância do coeficiente foi verificada por meio do teste t a 5% de probabilidade.

TABELA 2.5 - Tratamentos, de acordo com as combinações de grupo genético e tipo de terminação

Tratamento	Grupo genético	Terminação
Tratamento 1	½ Angus-Nelore	Confinamento
Tratamento 2	½ Angus-Nelore	Pasto c/ supl.
Tratamento 3	Nelore	Confinamento
Tratamento 4	Nelore	Pasto c/ supl.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o teor de umidade e cinzas não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre as variáveis estudadas, já para proteína a interação foi significativa e para o teor de gordura, apenas os fatores individuais foram significativos (Tabela 2.6).

TABELA 2.6 – Médias¹ de umidade, cinzas, proteína e lipídeos (g.100g^{-1}) dos animais Nelore e $\frac{1}{2}$ Angus-Nelore terminados a pasto com suplementação ou em confinamento com milho de grão inteiro

Tipo terminação (T)	Genética (G)		Média (T)	Probabilidades			CV(%)
	½ Angus-Nelore	Nelore		T ²	G ³	TxG ⁴	
Umidade							
Pasto com supl.	74,44aA	74,71aA	74,57A	0,091	0,857	0,159	0,71
Confinamento	74,37aA	74,02aA	74,20A				
Média (G)	74,41a	74,37a					
Cinzas							
Pasto com supl.	1,07aA	1,11aA	1,09A	0,256	0,811	0,648	14,33
Confinamento	1,17aA	1,16aA	1,17A				
Média (G)	1,12a	1,14a					
Proteína							
Pasto com supl.	22,82aA	23,88bB	23,35	>0,001	0,908	0,002	2,95
Confinamento	26,52aB	25,53bB	26,03				
Média (G)	24,67	24,70					
Gordura							
Pasto com supl.	1,51	1,75	1,63A	>0,001	>0,001	0,796	6,78
Confinamento	2,00	2,26	2,12B				
Média (G)	1,75a	2,00b					

¹Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha (horizontal) não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, na coluna (vertical) não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; ²Probabilidade do fator terminação; ³Probabilidade do fator grupo genético; ⁴Probabilidade da interação entre terminação e grupo genético.

Valores próximos aos deste trabalho para umidade foram encontrados por Rossato et al.²³, que estudaram a carne de animais Nelore e Angus terminados a pasto e não encontraram diferenças significativas no teor de umidade entre as genéticas dos animais. As médias encontradas foram de 73,85% e 73,67% para Nelore e Angus, respectivamente. Ao avaliar o teor de umidade da carne de animais Nelore e Red Norte (cruzamento das raças Nelore, Red Angus, Senepol e Caracu) alimentados em confinamento foram encontrados valores de 74,2% e 74,6% para os dois grupos genéticos, respectivamente, não sendo encontrada diferença significativa entre os grupos genéticos²⁴.

Para Hautrive et al.²⁵ a determinação das cinzas consiste em uma análise inicial para o conteúdo de minerais presentes na amostra. Segundo o mesmo autor, que analisou a

quantidade de resíduo mineral fixo presente na carne de animais Canchim em sistema de confinamento convencional e à base de cana-de-açúcar e concentrado, o teor encontrado foi de 0,99 e 1,01% respectivamente, valores próximos aos encontrados no atual trabalho. Conforme Lawrie²⁶, os minerais da carne bovina em maior quantidade são o fósforo, potássio, seguidos pelo sódio e magnésio e segundo o mesmo autor, o ferro também é um importante mineral encontrado na carne bovina, visto que em relação ao mesmo mineral oriundo de alimentos de origem vegetal, o da carne é absorvido de 3 a 5 vezes mais rapidamente.

Para o conteúdo de proteína, animais ½ Angus-Nelore quando terminados em confinamento obtiveram valor significativamente maior ($P < 0,05$) em relação ao Nelore, enquanto os animais Nelore obtiveram valor significativamente maior ($P < 0,05$) a pasto quando comparados aos de raça ½ Angus-Nelore. Já para o teor de gordura, animais da raça Nelore apresentaram valor significativamente maior ($P < 0,05$) em relação aos animais ½ Angus-Nelore e o sistema de terminação em confinamento apresentou valor significativamente maior ($P < 0,05$) em relação aos alimentados a pasto com suplementação.

O animal Angus, que é precoce quanto a maturidade fisiológica em relação ao Nelore, possui maior exigência proteica na alimentação para ganho de peso^{27,28}. E como a terminação em confinamento disponibilizou maior quantidade de proteína quando comparada ao pasto com suplementação, ocorreu maior deposição de proteína na carcaça destes animais quando terminados em confinamento.

Também contribuiu o fato de que os animais com genética Angus foram abatidos antes de atingirem sua maturidade, fase onde a deposição de proteína é substituída pela de gordura, enquanto os animais Nelore foram abatidos mais próximos a sua maturidade fisiológica. Portanto, na terminação em confinamento, a relação proteína:gordura dos animais ½ Angus-Nelore foi maior, devido a imaturidade e consequentemente menor deposição de gordura²⁹. O fato dos animais Nelore terem sido abatidos mais próximos de sua maturidade gerou maior deposição de gordura em relação aos ½ Angus-Nelore e consequentemente maior teor de lipídeos na carne. Mousquer et al.³⁰ afirmaram que animais de maior idade tem propensão a adquirirem maior energia depositada em regiões específicas como por exemplo a intramuscular.

Quanto aos Nelore terminados a pasto com suplementação terem gerado maior conteúdo de proteína em relação aos ½ Angus-Nelore no mesmo sistema de terminação, deve-se ao fato da raça Nelore alcançar a maturidade mais tarde, acarretando maior tempo

para o acúmulo de proteína, além da menor oferta de energia na terminação a pasto em relação ao confinamento, favorecendo o acréscimo de proteína²⁹.

Lambertucci et al.³¹ avaliaram o conteúdo de proteína em animais terminados em pastagem e encontraram valores de 22,71%; 23,04% e 24,02% para animais Nelore x Santa Gertrudis, Nelore x Simental e Nelore, respectivamente, resultado semelhante aos obtidos neste trabalho em relação a superioridade do teor de proteína da carne de animais Nelore em relação a carne de animais cruzados (Nelore X Santa Gertrudis) alimentados em pastagem.

O maior teor de energia proporcionado pela terminação em confinamento origina carne com maior teor de gordura neste tipo de terminação, em relação à terminação a pasto. A revisão feita por Alves et al.³² citou diversos autores que encontraram maior teor de gordura na carne de animais alimentados em confinamento em relação ao pasto, tendo como justificativa, a maior densidade energética do confinamento.

Macedo et al. (2008)⁴ estudaram a porcentagem lipídica em corte de contrafilé de novilhas mestiças (½ Nelore ½ Charolês) terminadas em confinamento e verificaram um teor de 2,42% de gordura. Costa³³ utilizou a suplementação na fase de recria de bovinos machos da raça Nelore encontrando valores de lipídeos de 1,23%; 1,15%; 0,92% e 1,21% para alimentação sem suplemento, suplementação proteica, suplementação proteico-energética e energética, respectivamente. Os resultados dos trabalhos citados acima também informam que, o teor de gordura da carne de animais alimentados em confinamento é maior que da carne de animais alimentados a pasto, mesmo com suplementação.

Não houve interação para os valores de colesterol obtidos neste experimento (Tabela 2.7), como também para os fatores avaliados individualmente ($P > 0,05$). Os teores de colesterol encontrados variaram de 0,66 a 0,76 mg g⁻¹.

TABELA 2.7 – Médias¹ de colesterol (mg.g⁻¹) para as carnes de animais Nelore e ½ Angus-Nelore terminados a pasto com suplementação ou em confinamento

Tipo terminação (T)	Genética (G)			Probabilidades			CV(%)
	½ Angus-Nelore	Nelore	Média (T)	T ²	G ³	TxG ⁴	
Pasto com supl.	0,69	0,76	0,73				
Confinamento	0,66	0,72	0,69	0,257	0,095	0,888	13,07
Média (G)	0,68	0,74					

¹Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha (horizontal) não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, na coluna (vertical) não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; ²Probabilidade do fator terminação; ³Probabilidade do fator grupo genético; ⁴Probabilidade da interação entre terminação e grupo genético.

Bressan et al.³⁴, observaram valores de 0,45 e 0,37 mg g⁻¹ e de 0,39 e 0,66 mg g⁻¹ para carnes de animais dos grupos genéticos *Taurus* e *Indicus* que se alimentaram em sistema a pasto e em confinamento, respectivamente. Médias de 0,49 e 0,47 mg 100g⁻¹ foram relatadas para as terminações em confinamento e a pasto das carnes de animais das raças Hereford, ¼ Braford e 3/8 Braford¹⁴. Arboitte et al.³⁵ ao analisar o conteúdo de colesterol na carne de bovinos Nelore x Charolês abatidos com pesos diferentes encontraram teores de 48,23; 54,67 e 56,46 para os pesos de 425, 467 e 510 kg, respectivamente. Ao se avaliar o teor de colesterol de animais da raça Holandesa abatidos com diferentes pesos foram encontrados teores de 61,31; 57,91 e 53,51 para os pesos de 450, 510 e 600 kg, respectivamente³⁶.

As variações nos valores de colesterol apontados nos trabalhos citados anteriormente acontecem devido a diferenças nos sistemas de alimentação, na raça, nível de gordura externa e interna, dentre outros fatores³⁷. E segundo Bragagnolo e Rodriguez-Amaya³⁸ a metodologia de análise do colesterol também pode causar discrepância entre os resultados.

Foi verificado correlação negativa (-0,441; p<0,01) entre umidade e gordura. Segundo Barros e Vianni³⁹ a carcaça com maior conteúdo de gordura contém menor teor de água, isso porque a medida que os animais se aproximam da maturidade existe uma desaceleração do crescimento muscular, que significa menor acúmulo de proteína, mas o ganho de peso corporal continua, devido ao desenvolvimento do tecido adiposo⁴⁰.

A espessura de gordura subcutânea foi utilizada para a análise de correlação. E verificou-se que, tanto para a proteína (0,457; p<0,05) quanto para a gordura (0,565; p<0,01) houve correlação positiva e significativa. Segundo Luchiari Filho⁴¹ a espessura de gordura subcutânea serve como indicador do grau de acabamento de carcaça.

Esses resultados demonstram que, o animal produzido que originou maior quantidade de proteína e gordura estava mais próximo da maturidade no momento do abate, indicado pela espessura da gordura subcutânea.

Outra correlação encontrada, entre as variáveis estudadas neste capítulo, foi entre proteína e gordura (0,643; p<0,01). Segundo Owens et al.²⁹, animais de maturidade tardia tendem a acumular mais proteína, uma vez que maior tempo é necessário para atingir o acabamento na carcaça, e após alcançado a maturidade, a deposição de proteína é substituída pela deposição de gordura. Neste trabalho, os Nelore terminados a pasto com suplementação foram abatidos mais próximo a sua maturidade, logo as carcaças destes animais acumularam mais proteína e consequentemente obtiveram maior deposição de

gordura em comparação aos $\frac{1}{2}$ Angus-Nelore, que são animais precoces e foram abatidos antes de alcançarem a maturidade.

Já no confinamento, maior quantidade de proteína foi disponibilizada, o que gerou maior quantidade deste componente para a carne dos $\frac{1}{2}$ Angus-Nelore, que são animais que exigem maior quantidade de proteína para ganho de peso^{27,28}. E a terminação em confinamento também disponibilizou maior energia para os animais, o que provocou maior teor de gordura, independente da raça utilizada

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que, animais zebuínos depositaram maior quantidade de gordura intramuscular em relação aos animais $\frac{1}{2}$ Angus-Nelore, devido a sua maturidade tardia, o que também gerou maior teor de proteína quando estes animais foram terminados em sistema extensivo de produção, em relação aos animais $\frac{1}{2}$ Angus-Nelore. Os animais $\frac{1}{2}$ Angus-Nelore produzem carne com maior teor de proteína quando terminados em confinamento.

O sistema de confinamento confere à carne dos animais analisados maior teor de gordura quando comparado a terminação a pasto com suplementação.

5. REFERÊNCIAS

1. Camargo AM, Rodrigues VC, Ramos KC, Oliveira BT, Medeiros ECD, Dias LF. Composição mineral da carne de bovinos de diferentes grupos genéticos com idades distintas. *Rev Bras Saúde Prod An.* 2008;9(3):578-84.
2. Lima Júnior DM, Rangel AHN, Urbano AS, Maciel MV, Amaro LPA. Alguns aspectos qualitativos da carne bovina: uma revisão. *Acta Vet Bras.* 2011;5(4):351-58.
3. Cabrera MC, Ramos A, Saadoun A, Brito G. Selenium, copper, zinc, iron and manganese content of seven meat cuts from Hereford and Braford steers fed pasture in Uruguay. *Meat Sci.* 2010;84(3):518-28.
Doi: 10.1016/j.meatsci.2009.10.
4. Macedo LMA, Prado IM, Rotta PP, Prado RM, Sousa NE, Prado IN. Composição química e perfil de ácidos graxos de cinco diferentes cortes de novilhas mestiças (Nelore vs Charolês). *Semina.* 2008;29(3):597-608.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2008v29n3p597>
5. Nuernberg K, Dannenberger D, Nuernberg G, Ender K, Voigt J, Scollan ND, Wood JD, Nute GR, Richardson RI. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of *longissimus* muscle in different cattle breeds. *Livest Prod Sci.* 2005;94(1-2):137-47.
Doi:10.1016/j.livprodsci.2004.11.036
6. Fernandes ARM, Sampaio AAM, Oliveira EA, Pivaro TM, Henrique W, Rosa BL, Osório JCS, Osório MTM. Ácidos graxos da gordura de cobertura do contrafilé de bovinos Nelore e Canchim terminados em confinamento e alimentados com diferentes níveis de concentrado nas dietas. *Semina.* 2014;35(1):467-76.
Doi: 10.5433/1679-0359.2014v35n1p467
7. Wood JD, Enser M, Fisher AV, Nute GR, Sheard PR, Richardson RI, Hughes SI, Whittington FM. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Sci.* 2008;78(4):343-58.
Doi:10.1016/j.meatsci.2007.07.019
8. Vaz FN, Restle J, Arboite MZ, Pascoal LL, Alves Filho DC, Pacheco RF. Características de carcaça e da carne de novilhos e novilhas superjovens, terminados com suplementação em pastagem cultivada. *Cien Anim Bras.* 2010;11(1):42-52.
Doi:10.5216/cab.v11i1.5131
9. Daley CA, Abbott A, Doylel OS, Nader GA, Larson AS. Review of fatty acid profiles and antioxidante content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutr J.* 2010;9(10):1-12.
Doi:10.1186/1475-2891-9-10
10. Silva RM, Restle J, Missio RL, Lage ME, Pacheco PS, Bilego UO, Pádua JT, Fausto DA. Perfil de ácidos graxos da carne de novilhos europeus e zebuínos alimentados com milheto. *Pesq Agropec Bras.* 2014;49(1):63-70.

11. Goes RFTB, Lambertucci DM, Brabes KCS, Alves DD. Suplementação protéica e energética para bovinos de corte em pastagens tropicais. *Arq Ciênc Vet Zool*. 2008;11(2):129-97.
12. Climaco SM, Ribeiro ELA, Mizubuti IY, Silva LDF, Barbosa MAAF, Ramos BMO, Constantino C. Características de carcaça e qualidade da carne de bovinos de corte de quatro grupos genéticos terminados em confinamento. *R Bras Zootec*. 2011; 40(12):2791-98.
13. Pires ISC, Rosado GP, Costa NMB, Monteiro JBR, Oliveira RS, Jaeger SMPL, Mourão DM. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos da carne de novillo precoce alimentado com lipídios protegidos. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2008;28(Supl.):178-83.
14. Freitas AK, Lobato JFP, Cardoso LL, Tarouco JU, Vieira RM, Dillenburg DR, Castro I. Nutritional composition of the meat of Hereford and Braford steers finished on pastures or in a feedlot in Southern Brazil. *Meat Sci*. 2014;96(1):353-60.
Doi: 10.1016/j.meatsci.2013.07.021.
15. Maggioni D, Marques JÁ, Rotta JP, Perotto D, Ducatti T, Visentainer GV, Prado IN. Animal performance and meat quality of crossbred young bulls. *Livest Sci*. 2010;127(2-3): 176–82.
Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2009.09.006>
16. National Research Council - NRC. 2000. Nutrients requirements of beef cattle. 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 242p.
17. Cunha OFR. Bagaço de cana-de-açúcar em dieta com milho grão inteiro para terminação de tourinos Angus x Nelore e Nelore. [Tese]. Araguaína: Universidade Federal do Tocantins; 2014.
18. Müller L. Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos. 2.ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. 1987. 31p.
19. Association Of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of AOAC International. Gaithersburg; 2012. 19^a ed.
20. Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol*. 1959;27(8):911-17.
21. Prates JAM, Quaresma MAG, Bessa RJB, Fontes CMGA, Alfaia CMPM. Simultaneous HPLC quantification of total cholesterol, tocopherols and β -carotene in Barrosã-PDO veal. *Food Chem*. 2006;94(3):469-77.
Doi:10.1016/j.foodchem.2005.01.021
22. R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>. 2015.
23. Rossato LV, Bressan MC, Rodrigues, EC, Gama LT, Bessa, RJB, Alves, SPA. Parâmetros físico-químicos e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Angus e Nelore terminados em pastagem. *R Bras Zootec*. 2010; 39(5):1127-34.

Doi:10.1590/S1516-35982010000500025

24. Lopez LS, Ladeira MM, Machado Neto OR, Ramos EM, Paulino PVR, Chizzotti ML, Guerreiro MC. Composição química e de ácidos graxos do músculo *longissimus dorsi* e da gordura subcutânea de tourinhos Red Norte e Nelore. R Bras Zootec. 2012;41(4): 978-85.

Doi:10.1590/S1516-35982012000400021

25. Hautrive TP, Marques AC, Kubota EH. Avaliação da composição centesimal, Colesterol e perfil de ácidos graxos de cortes cárneos comerciais de avestruz, suíno, bovino e frango. Alim Nutr. 2012;23(2):327-34.

26. Lawrie RA. Ciência da carne. 6 ed. Porto Alegre:Artmed; 2004.

27. Dias LLR, Orlandini CF, Steiner D, Martins WDC, Boscarato AG, ALberton LR. Ganho de peso e características de carcaça de bovinos Nelore e meio sangue Angus-Nelore em regime de suplementação a pasto. Arq Ciênc Zool. 2015;18(3):155-60.

28. Freitas JA, Queiroz AC, Dutra AR, Vieira RAM, Lana RP, Leonel FP, Henrique DS, Lima AV, Souza JC. Composição do ganho e exigências de energia e proteína para ganho de peso em bovinos Nelore puros e mestiços. R Bras Zootec. 2006;35(3):886-93.

29. Owens FN, Gill DR, Secrist DS, Coleman SW. Review of Some Aspects of Growth and Development of Feedlot Cattle. J anim Sci. 1995;73(10):3152-72.

30. Mousquer CJ, Moraes EHBK, Fernandes GA, Hoffmann A, Simioni TA, Castro WJR, Silva Filho AS, Fernandes FFD. Metabolismo visceral e eficiência do uso da energia por animais taurinos e zebrinos. PUBVET. 2014;8(5): ed. 254, art. 1684.

Doi: 10.22256/pubvet.v8n5.1684

31. Lambertucci DM, Goes RHTB, Mancio AB, Mistura C, Cecon PR. Características de carcaça e composição centesimal do músculo longissimus de diferentes grupos genéticos terminados a pasto. Enc Biosf. 2013;9(16):544-57.

32. Alves DD, Mancio AD. Maciez da carne bovina: Uma revisão. Uruguiana. 2007;14(1):193-216

33. Costa QPB. Características da carne de bovinos suplementados no período das águas e terminados em confinamento e em pasto. [Tese]. Botucatu: Universidade Estadual Paulista; 2013.

34. Bressan MC, Rossato LV, Rodrigues EC, Alves SP, Bessa RJB, Ramos EM, Gama LT. Genotype × environment interactions for fatty acid profiles in *Bos indicus* and *Bos taurus* finished on pasture or grain. R Bras Zootec. 2011;40(6):1250-59.

Doi:10.2527/jas.2009-2672.

35. Arboitte MZ, Restle J, Alves Filho DC, Brondani IL, Pacheco PS, Menezes LFG, Perottoni J. Composição Física da Carcaça, Qualidade da Carne e Conteúdo de Colesterol no Músculo *Longissimus dorsi* de Novilhos 5/8 Nelore - 3/8 Charolês Terminados em Confinamento e Abatidos em Diferentes Estádios de Maturidade. R Bras Zootec. 2004; 33(4):959-68.

36. Jorge JRV, Zeoula LM, Prado IN, Silva RR, Andrade RV, Macedo LMA, Prado JM, Bublitz EE, Marques JÁ. Gordura protegida sobre o desempenho, carcaça e composição química da carne de novilhos holandês. Arch Zootec. 2009;58(223):371-82.
37. Bragagnolo N. Aspectos comparativos entre carnes segundo a composição de ácidos graxos e teor de colesterol. 2º Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína, 2001; Concórdia, Brasil. Santa Catarina:Embrapa, 2001. p.393-402.
38. Bragagnolo N, Rodrigues-Amaya DB. Teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. Ciênc Tecnol Aliment. 2002;22(1):98-104.
39. Barros GC, Vianni MCE. Tecnologia aplicada às carnes bovina, suína e de aves, da produção ao consumo. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1979. 116p.
40. Ferreira MA. Desempenho, exigências nutricionais e eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso de bovinos F1 Simental x Nelore. [Tese]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997.
41. Luchiari Filho. Pecuária da Carne Bovina. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 134p.

CAPÍTULO 3 – QUALIDADE DA CARNE DE TOURINHOS NELORE E ½ ANGUS-NELORE TERMINADOS A PASTO COM SUPLEMENTAÇÃO OU EM CONFINAMENTO COM MILHO GRÃO INTEIRO.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da genética de animais ½ Angus-Nelore e Nelore e da terminação em pastagem com suplementação protéico-energética ou em confinamento com milho grão inteiro no teor de minerais, como o ferro, zinco, cálcio e potássio e quantidades de vitamina E, oxidação lipídica, cor e pH na carne destes animais. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias, ao teste de tukey a 5% de probabilidade. Os resultados obtidos demonstraram que, para as análises de ferro, cor e pH não houve interação significativa ($P>0,05$), como também os fatores não foram significativos isoladamente. Para o zinco, a interação foi significativa e as médias variaram de 3,33 a 4 mg.100g⁻¹. Somente o fator terminação foi significativo para a variável cálcio, ficando a terminação a pasto com suplementação com maior média. Para o potássio, os fatores foram significativos isoladamente e maiores médias foram obtidas da carne de animais ½ Angus-Nelore e animais alimentados a pasto. Valores de vitamina E e TBA também foram significativos isoladamente e demonstraram correlação negativa, onde a raça Nelore apresentou maior teor de vitamina E e menor índice de oxidação lipídica e a terminação a pasto também demonstrou o mesmo comportamento. Dos resultados pode-se concluir que, a terminação a pasto com suplementação proteico-energética gerou carnes nutricionalmente mais saudáveis em relação ao confinamento e que a raça Nelore é a que conseguiu acumular maior teor de vitamina E e desenvolver um menor índice de oxidação lipídica quando comparados aos animais ½ Angus-Nelore. A interação entre genética e terminação influenciou apenas os teores de zinco, em que a maior quantidade foi obtida na combinação entre animais cruzados alimentados a pasto com suplementação.

Palavras-Chaves: Ferro, antioxidante, oxidação lipídica, cor, pH.

CHAPTER 3 - MEAT QUALITY OF NELORE AND ½ ANGUS-NELORE STEERS FINISHED ON PASTURE WITH SUPPLEMENTATION OR IN FEEDLOT WITH WHOLE-GRAIN CORN

ABSTRACT

It was aimed to evaluate the influence of genetics of Nelore or ½ Angus-Nelore animals and the finishing phase systems of pasture with protein-energy supplementation or feedlot with whole-grain corn on the contents of minerals, as iron, zinc, calcium and potassium, and amounts of vitamin E, lipid oxidation, color and pH in the meat of these animals. The experimental design was completely randomized, in a 2x2 factorial arrangement. Data were submitted to analysis of variance and the means were compared by Tukey test at 5% of probability. The results showed, for iron, color and pH analysis, there was no significant interaction ($P>0.05$), nor were the factors isolatedly significant. For zinc, the interaction was significant and the means ranged from 3.33 to 4 mg.100g⁻¹. Only the finishing system factor was significant for the calcium variable, with higher means for pasture with supplementation finishing system. For potassium, the factors were isolatedly significant and higher means were obtained from the meat of ½ Angus-Nelore steers and grass fed animals. Vitamin E and TBA values were also isolatedly significant and showed a negative correlation, with the Nelore breed presenting higher vitamin E content and lower lipid oxidation index, and pasture finishing also showed the same behavior. According to the observed results, it can be concluded the pasture with protein-energy supplementation finishing system led to nutritionally healthier meat when compared to feedlot, and the Nelore breed was able to accumulate higher vitamin E content and develop a lower lipid oxidation index when compared to the ½ Angus-Nelore animals. The interaction between genetics and finishing system influenced only the zinc contents, in which the higher amount was obtained with the combination between crossed animals fed on pasture with supplementation.

Keywords: Antioxidant, color, iron, pH, lipid oxidation.

1. INTRODUÇÃO

Os minerais são essenciais na dieta humana¹ e as exigências quantitativas e qualitativas destes componentes para a nutrição podem ser atendidas pelo consumo de carne bovina, que é considerada uma ótima fonte de ferro e zinco^{2,3,4}. Segundo Van Elswyk e McNeill⁵ os níveis de minerais na carne podem ser afetados por fatores ambientais, como o local de nascimento do animal, dieta, idade e raça. E ao se tratar de saúde humana, existe uma preocupação contínua e crescente pelo conteúdo de gordura e seu impacto na saúde, principalmente as de origem animal⁶.

Os ácidos graxos, que são unidades fundamentais dos lipídeos⁷, estão na maioria sob a forma de ácidos graxos saturados na carne bovina, devido ao processo peculiar de digestão da gordura nos ruminantes⁸ e somente cerca de 5% são ácidos graxos poli-insaturados⁹.

As carnes com maior quantidade de ácidos graxos poli-insaturados são mais susceptíveis ao processo de rancidez oxidativa, produzindo sabores indesejáveis¹⁰. O surgimento de odores desagradáveis e a mudança na coloração da carne estão associados à oxidação lipídica e a oxidação de mioglobina, que estão quimicamente inter-relacionadas¹¹. Maiores susceptibilidades para a oxidação lipídica e para a mudança na coloração foram encontradas em carnes de animais alimentados com dietas enriquecidas com ácidos graxos poli-insaturados¹². Músculos com maior estabilidade na cor, também foram caracterizados com menor consumo de oxigênio e menor oxidação lipídica¹³.

A reação de oxidação lipídica e a degradação da cor da carne podem ser adiadas pela presença de antioxidantes, como a vitamina E¹⁴, que é depositada nas células dos músculos e no tecido adiposo de ruminantes, já que não se degrada no rúmen¹⁵. Dentre os tocoferóis, classe que representa a vitamina E, o α -tocoferol é o composto mais ativo e sua classe é responsável por doar seus átomos de hidrogênio aos radicais livres de origem lipídica interrompendo assim, a fase da propagação na autooxidação¹⁶.

Ao se comparar diferentes dietas oferecidas aos bovinos foi verificado que, animais alimentados com silagem de gramíneas apresentaram maiores quantidades de vitamina E no plasma e nos músculos, em relação àqueles alimentados com grãos. Consequentemente, o aumento de vitamina E resultou em carnes com menores índices de oxidação lipídica e maior estabilidade da cor¹⁷.

O objetivo deste capítulo foi verificar a influência da genética animal e do tipo de terminação no conteúdo de minerais como o ferro, zinco, cálcio e potássio, bem como nas

características de cor, oxidação lipídica, vitamina E e pH das carnes de animais Nelores e ½ Angus-Nelore terminados a pasto com suplementação protéico-energética ou em confinamento com milho grão inteiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Obtenção das amostras

As amostras foram obtidas conforme descrito no Capítulo 2.

2.2. Análise de minerais

Os minerais ferro, zinco potássio e cálcio foram determinados de acordo com metodologia proposta pela AOAC¹⁸.

2.3. Análise de Vitamina E

2.3.1. Saponificação e extração

Foram pesados 0,75 g de amostra homogeneizada juntamente com 0,2 g de ácido ascórbico em tubos rosqueáveis. Ao tubo foi adicionado solução saponificante, composta de 11% de hidróxido de potássio, 55% v/v de etanol e 45% v/v de água destilada e em seguida tampados e agitados em vortex. Após a mistura, foi inserido nitrogênio gasoso ao “*head space*” do tubo, seguido do aquecimento em banho-maria a 80°C, por 15 min com agitação, para saponificação. Passados este tempo, os tubos foram esfriados durante 1 min e em seguida receberam 1,5 mL de água destilada e 3 mL de hexano com BHT (0,25 µg.mL). Para homogeneizar os reagentes adicionados com o conteúdo saponificado, os tubos foram novamente agitados em vortex, durante 2 min e posteriormente centrifugados a 1500G, durante 5 min. Por fim, a alíquota superior, que contém o hexano, foi coletada e filtrada por meio de filtro Millipore (Millex, hidrofílico, 0,45x13) em vial com septo para HPLC, segundo metodologia descrita por Prates et al.¹⁹.

2.3.2. Análise em cromatografia líquida de alta eficiência - CLAE

Para a análise dos extratos utilizou-se o Cromatógrafo líquido Shimadzu, Prominence, com detector UV-Variável. Vinte microlitros de extrato foram injetados utilizando coluna de sílica 5 µm, 150x4,6 mm (d.i.), Microsorb-MV (Rainnin Instrument Company). A fase móvel foi composta de hexano-isopropanol (99:1) em um sistema isocrático de eluição, a uma vazão de 1,0 mL min⁻¹. O comprimento de onda utilizado foi de 295 nm para o α-tocoferol que foi eluido em torno de 1,3 min. A corrida típica durou em torno de 10 min. A identificação foi feita por comparação do tempo de retenção do padrão analisado, alfa-tocoferol (Sigma T 3251, + 95%) na mesma condição analítica e

também por co-cromatografia. A quantificação foi feita por padronização externa, sendo a curva de calibração construída utilizando-se cinco níveis de concentração, onde cada ponto foi representado pela média de duas determinações. Os níveis de concentração para o α -tocoferol foram de 0,2 a 9,5 $\mu\text{g.mL}^{-1}$.

2.4. Análise de cor

O músculo *Longissimus dorsi* foi submetido a análise de cor pelo sistema CIE, onde L* corresponde a teor de luminosidade; a* ao teor de vermelho e b* ao teor de amarelo, utilizando o equipamento BC-10 Baking Meter, da marca Konica Minolta (Japão), com ângulo de iluminação de 8° difusa, diâmetro de medição de 8 mm e lâmpada de tungstênio a gás. As amostras retiradas do músculo com 2,5 cm de espessura foram expostas ao ar por 30 min e depois tiveram as leituras realizadas. Três repetições foram realizadas para cada amostra²⁰.

2.5. Oxidação lipídica - TBA

O teste de TBA (análise de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico) quantifica o malonaldeído (MDA), um dos principais produtos de decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poliinsaturados, formado durante o processo oxidativo²¹.

Para realização do teste foi utilizada a extração ácida, 10 g de amostra foram utilizadas para reagir com 40 mL de ácido tricloroacético (TCA) a 5% e 1 mL de solução alcoólica de BHT a 0,15%. Após a homogeneização da amostra com os reagentes filtrou-se a mistura, completando o filtrado em um balão de 50 mL com TCA a 5%. 2 mL do filtrado foram reagidos com 2 mL da solução de ácido tiobarbitúrico 0,08 M em ácido acético a 50%. A leitura foi feita em espectrofotômetro UV/VIS Lambda 25, PerkinElmer, a 531 nm, após a mistura ser levada ao banho-maria por 50 min e posteriormente resfriada. Para cálculo dos resultados foi necessário a construção da curva padrão²².

2.6. Análise de pH

Para realização da análise de pH foi utilizado eletrodo de penetração, composto por um potenciômetro da marca Hanna, que antes da utilização recebeu calibração com soluções tampões de pH 4,0 e 7,0. Coletou-se, em temperatura ambiente, seis leituras de cada bife retirados das amostras de cada animal para obtenção da média. Os bifes foram descongelados em refrigerador doméstico, antes da leitura.

2.7. Delineamento Experimental

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 2 (dois grupos genéticos e dois tipos de terminação), com seis repetições para a terminação a pasto com suplementação e sete repetições para a terminação em confinamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e as comparações entre médias dos tratamentos foram realizadas usando o teste Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software R²³.

Para verificar a correlação existente entre as variáveis estudadas foi utilizado o coeficiente de correlação linear de Pearson. A significância do coeficiente foi verificada por meio do teste t a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar os resultados obtidos para ferro foi possível observar que não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos analisados (Tabela 3.1).

TABELA 3.1 – Médias¹ das concentrações de Ferro, Zinco, Cálcio e Potássio ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) de *Longissimus dorsi* de animais Nelore e $\frac{1}{2}$ Angus-Nelore terminados em pastagem com suplementação ou em confinamento

Tipo terminação (T)	Genética (G)		Probabilidades				CV(%)
	½ Angus-Nelore	Nelore	Média (T)	T ²	G ³	TxG ⁴	
Ferro							
Pasto com supl.	2.74aA	2.70aA	2,72A				
Confinamento	2.70aA	2.58aA	2,64A	0,374	0,400	0,642	8,40
Média (G)	2,72a	2,64a					
Zinco							
Pasto com supl.	4,00aA	3,39bA	3,70				
Confinamento	3,46aB	3,33aA	3,40	0,002	0,001	0,012	6,2
Média (G)	3,73	3,36					
Cálcio							
Pasto com supl.	4,92	4,51	4,71A				
Confinamento	4,16	4,19	4,17B	0,001	0,187	0,127	7,75
Média (G)	4,54	4,35					
Potássio							
Pasto com supl.	352,13	344,63	348,38A				
Confinamento	340,29	338,82	339,56B	0,001	0,023	0,114	1,33
Média (G)	346,2a	341,73b					

¹Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha (horizontal) não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, na coluna (vertical) não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; ²Probabilidade do fator terminação; ³Probabilidade do fator grupo genético; ⁴Probabilidade da interação entre terminação e grupo genético.

Camargo et al. (2008)²⁴ ao analisarem a composição mineral da carne de animais Nelore e F1 Sindi x Nelore terminados em confinamento não encontraram diferença significativa entre as raças. Duckett et al.²⁵ estudaram a influência do sistema de terminação no teor de ferro da carne de bovinos e não encontraram diferença significativa entre a terminação a pasto e em confinamento. Ramos et al.²⁶ afirmam que as diferenças nos teores de ferro da carne podem estar associadas além do tipo de raça e da idade do animal, ao conteúdo de ferro na alimentação e também a sua biodisponibilidade durante a digestão. Então, como não houve diferença significativa entre os tratamentos analisados no presente trabalho, é possível que o conteúdo de ferro e sua disponibilidade para a absorção, tenham sido parecidos para os fatores estudados.

Apesar de ser muito importante para a nutrição humana, o ferro é considerado um íon metálico capaz de desencadear o processo de oxidação lipídica na carne, uma vez que

possui capacidade de doar elétrons e formar radicais livres²⁷. Também tem a capacidade de interferir na cor do músculo, visto que a mioglobina é uma proteína que contém um anel heme, composto de um átomo de ferro central capaz de formar seis sítios de coordenação, sendo o sexto sítio disponível para formar complexos com átomos eletronegativos, que de acordo com o ligante e a valência do ferro vão caracterizar a cor do músculo²⁸.

Na análise de zinco houve interação significativa entre a genética e o tipo de terminação ($P < 0,05$). Para a terminação a pasto, os animais $\frac{1}{2}$ Angus-Nelore obtiveram carne com maior teor de zinco quando comparados aos da raça Nelore. E os animais $\frac{1}{2}$ Angus-Nelore quando terminados a pasto com suplementação produziram carne com maior teor de zinco em relação a terminação em confinamento. No estudo de Gerber et al.²⁹ os teores de zinco em contrafilé e costela de bovinos foram de 3,7 e 5,1 mg.100g⁻¹. Ramos et al.²⁶ estudaram o mesmo mineral em *Longissimus dorsi* de animais Hereford e Braford alimentados sob pastagem e terminados em pastagem cultivada e encontraram menos que 4,1 mg.100g⁻¹ de zinco. Os trabalhos citados acima obtiveram valores semelhantes aos encontrados no presente estudo.

Como a quantidade ingerida de zinco não aponta de fato o quanto será absorvido pelo sistema digestivo³⁰, o ácido fítico, presente nas forrageiras e nos grãos, quando em excesso diminui a absorção do zinco, que ocorre pela formação de um complexo insolúvel de fitato de zinco³¹ e os tratamentos que utilizaram animais da raça Nelore permaneceram mais tempo recebendo a terminação, nos dois sistemas utilizados quando comparados aos $\frac{1}{2}$ Angus-Nelore e isso pode ter causado um consumo excessivo de ácido fítico e consequentemente dificultado a absorção de zinco nos Nelore.

Quando se compara o teor de zinco entre as raças no pasto com suplementação, a carne dos $\frac{1}{2}$ Angus-Nelore podem ter se destacado na quantidade deste componente devido a maior atividade da enzima fitase, uma vez que permaneceram menor tempo em pastagem. Segundo Nelson et al.³² a elevação da taxa de pastagem diminui a atividade da fitase, enzima que faz a quebra do ácido fítico e promove a liberação do mineral fósforo. Já o tratamento que utilizou os $\frac{1}{2}$ Angus-Nelore e o confinamento obteve menor quantidade de zinco na carne em relação aos mesmos animais alimentados a pasto, devido a presença do alto conteúdo de milho neste tipo de alimentação, que segundo Ravindran et al.³³ alto teor de ácido fítico está presente em grãos.

Benevides et al.³⁴ explicam que, devido ao ácido fítico encontrar-se carregado negativamente, em condições naturais, existe um grande potencial de complexação deste

ácido com cátions como o Zn^{+2} , Fe^{2+} , Ca^{2+} e proteínas. O fato do zinco ser o único mineral com interação significativa entre a genética e a terminação pode estar de acordo com Van Dicy et al.³⁵ que avaliaram a influência de diferentes componentes de alimentos sobre a disponibilidade *in vitro* de ferro, zinco e cálcio de uma refeição composta e como resultado foi verificado que o zinco foi o mineral mais influenciado quanto a sua disponibilidade.

Quanto ao teor de cálcio, apenas o fator terminação foi significativo entre os tratamentos analisados. Animais alimentados a pasto com suplementação obtiveram maior média em relação aos que receberam dieta em confinamento. Uma média de $3,71 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$ de cálcio foi encontrada para a carne de animais Angus selecionados para aumento da gordura intramuscular obtidos em diferentes regiões³⁶. Novilhos Angus que receberam terminação em confinamento, e em pastagem obtiveram carnes com 5,35 e $7,17 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$, respectivamente para o cálcio, com diferença significativa ($P < 0,05$) entre os valores²⁹, inferindo que, a carne de animais terminados à pasto possui maior teor de cálcio em relação as de animais terminados em confinamento.

O ácido fítico presente nos grãos de milho também pode ter diminuído a disponibilidade deste mineral na terminação em confinamento quanto comparado a terminação a pasto com suplementação. Segundo a FAO³⁷, o milho em forma de grão é rico em fitato.

Não houve interação significativa entre os fatores ($P > 0,05$) nas médias de potássio, mas os fatores isolados foram significativos. Animais $\frac{1}{2}$ Angus-Nelore obtiveram carne com maior teor de potássio, como também a carne de animais terminados a pasto com suplementação. Segundo Marino e Medeiros³⁸, o potássio tem como principal fonte, as forragens. O que está de acordo com o obtido neste trabalho.

A carne de novilhos Brangus $\times$ Hereford $\times$ Angus terminados em confinamento e a pasto foram avaliadas quanto ao teor de minerais e foi verificado maior quantidade de potássio na carne dos animais terminados a pasto³⁹. Os mesmos autores relatam a existência de uma correlação negativa entre alguns minerais, dentre eles potássio, ferro e zinco, e a deposição da gordura na carne. No presente trabalho foi encontrado correlação negativa entre a espessura de gordura subcutânea e os teores de ferro ($-0,399$; $p < 0,01$), cálcio ($-0,567$; $p < 0,01$) e potássio ($-0,556$; $p < 0,01$). Esta correlação negativa entre a deposição de gordura e os minerais acontece devido ao aumento do tecido adiposo com a aproximação da maturidade fisiológica do animal. No tecido adiposo, as concentrações de minerais são mais baixas que nos músculos e nos ossos do animal⁴⁰.

Para as médias de Vitamina E (Tabela 3.2) somente os fatores individuais foram significativos, com maiores conteúdos para a carne de animais Nelore e alimentados a pasto. A alimentação com a participação do pasto, no presente estudo, resultou em maior concentração de Vitamina E, e conforme demonstrado nos estudos citados a seguir essa tendência pode ser observada. Ao submeter diferentes raças à alimentação em confinamento, a pasto com suplementação e somente a modo extensivo foram encontrados conteúdos de vitamina E de 0,75; 2,36 e 4,07 $\mu\text{g.g}^{-1}$ respectivamente, para os respectivos tratamentos⁴¹.

Em trabalho feito no Uruguai que compara teores de Vitamina E em animais alimentados a pasto, em confinamento, ou em confinamento com suplementação de Vitamina E (1000 U.I), foi detectado na carne de animais Hereford teores de 3,91; 2,92 e 3,74 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de Vitamina E⁴², demonstrando que, mesmo em condições diferentes das do presente trabalho, a alimentação a pasto confere à carne bovina maior conteúdo de Vitamina E.

TABELA 3.2 – Médias¹ de Vitamina E ($\mu\text{g.g}^{-1}$) da carne de animais Nelore e $\frac{1}{2}$ Angus-Nelore terminados a pasto com suplementação ou em confinamento

Tipo terminação (T)	Genética (G)			Probabilidades			CV (%)
	$\frac{1}{2}$ Angus-Nelore	Nelore	Média (T)	T ²	G ³	TxG ⁴	
Pasto com supl.	3,30	4,32	3,81A				
Confinamento	2,13	2,73	2,43B	<0,001	<0,001	0,215	13,3
Média (G)	2,71a	3,52b					

¹Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha (horizontal) não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, na coluna (vertical) não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; ²Probabilidade do fator terminação; ³Probabilidade do fator grupo genético; ⁴Probabilidade da interação entre terminação e grupo genético.

Animais da raça Tudanca foram terminados em sistemas semiextensivo e intensivo e depois de abatidos, as carnes foram avaliadas quanto aos teores de vitamina E, encontrado valores de 5,41 e 2,78 $\mu\text{g.g}^{-1}$, respectivamente, de Vitamina E para o sistema semiextensivo nas idades de 12 e 14 meses, enquanto 1,70 e 1,88 $\mu\text{g.g}^{-1}$ foram obtidos para 12 e 14 meses, respectivamente para o sistema intensivo⁴³. Assim, como no trabalho citado acima, os animais Neloires permaneceram mais tempo nas terminações do que os animais mestiços e isso pode ter contribuído para os animais da raça adquirirem carnes com maior teor de vitamina E.

Para a oxidação lipídica, medida pela análise de TBA, conforme demonstrado na Tabela 3.3, não houve interação entre os fatores principais (genética e terminação), mas os fatores foram significativos isoladamente ($P < 0,05$). Animais em confinamento obtiveram maior média de oxidação quando comparados aos animais alimentados a pasto

com suplementação. Animais ½ Angus-Nelore também obtiveram maior média quando comparados aos animais de raça Nelore. É possível perceber que o sistema de terminação que obteve maior teor de vitamina E resultou em menor teor de oxidação lipídica, assim como a raça com maior teor de α -tocoferol. Animais ½ Angus-Nelore e todos que receberam terminação em confinamento obtiveram maior índice de oxidação lipídica e conseqüentemente, menor teor de Vitamina E, obtendo assim, correlação negativa entre as variáveis mencionadas (-0,68, $p < 0,01$).

Alguns trabalhos confirmam os dados obtidos neste experimento para TBA. Carnes de animais cruzados que receberam dietas sob pastagem ou em confinamento tiveram valores de TBA de 0,09% e 0,28%, respectivamente⁴⁴. Os mesmos autores indicam que os antioxidantes naturais presentes na pastagem protegem a gordura presente na carne da oxidação lipídica. O mesmo comportamento foi encontrado pelos autores Realini et al.⁴². Animais Angus vs Nelore alimentados em confinamento obtiveram valor de TBA de 0,26%⁴⁵. O mesmo valor foi encontrado neste experimento.

TABELA 3.3 – Médias¹ de TBA (%) da carne de animais Nelore e ½ Angus ½ Nelore terminados a pasto com suplementação ou em confinamento

Tipo terminação (T)	Genética (G)			Probabilidades			CV (%)
	½ Angus-Nelore	Nelore	Média (T)	T ²	G ³	TxG ⁴	
Pasto com supl.	0,13	0,11	0,12A				
Confinamento	0,26	0,18	0,22B	<0,001	<0,011	0,131	9,02
Média (G)	0,20a	0,14b					

¹Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha (horizontal) não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, na coluna (vertical) não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; ²Probabilidade do fator terminação; ³Probabilidade do fator grupo genético; ⁴Probabilidade da interação entre terminação e grupo genético.

A oxidação lipídica se inicia na ligação do carbono adjacente a dupla ligação⁴⁶. Este fator indica que os ácidos graxos com duplas ligações são mais susceptíveis a oxidação lipídica, fato que pode indicar a maior fragilidade dos ácidos graxos insaturados dos animais mestiços ou devido a menor presença de antioxidantes naturais nesses animais.

A exposição da carne em atmosferas enriquecidas com oxigênio provoca a oxidação e conseqüentemente alteração no sabor da carne, que pode estar intimamente relacionada com o índice de TBARS, cujo valor de 2 mg malonaldeído kg⁻¹ de carne, pode ser considerado como o nível máximo para a aceitação quanto à percepção sensorial da oxidação, valores maiores indicam rejeição por parte dos provadores⁴⁷. Nenhum resultado apresentado nesse trabalho representou valores maiores do que o indicado como nível de rejeição.

A oxidação lipídica e a oxidação de mioglobina na carne estão quimicamente inter-relacionadas, o que resulta na mudança de coloração e no surgimento de odores desagradáveis na carne. A presença de agentes oxidantes, O_2 e H_2O_2 em carne são reconhecidos por iniciar a oxidação da mioglobina e oxidação lipídica¹¹.

As variáveis TBA e o parâmetro L^* analisado obtiveram correlação positiva (0,50; $p < 0,01$). Considerando que a oxidação lipídica acontece nos ácidos graxos dos fosfolipídeos presentes na membrana celular causando o seu rompimento^{48,49}, maior quantidade de água estará presente na superfície da carne, gerando consequentemente uma superfície espelhada e com maior reflexão de luz⁵⁰, com isso, maior valor de luminosidade foi obtido.

Parâmetros para a análise da cor das amostras de carne foram lidos e analisados estatisticamente, mas não houve interação significativa ($P > 0,05$) para nenhuma das variáveis (L^* , a^* , b^*), conforme mostrado na Tabela 3.4.

TABELA 3.4 – Médias¹ dos parâmetros de cor, a^* , b^* e L^* para carne de animais Nelore e ½ Angus-Nelore terminados a pasto com suplementação ou em confinamento

Tipo terminação (T)	Genética (G)		Probabilidades				CV(%)
	½ Angus-Nelore	Nelore	Média (T)	T ²	G ³	TxG ⁴	
Cor L*							
Pasto com supl.	39,17aA	38,91aA	39,04A	0,475	0,407	0,572	6,11
Confinamento	40,39aA	39,02aA	39,71Aa				
Média (G)	39,78a	38,96aA					
Cor a*							
Pasto com supl.	15,13aA	15,54aA	15,33A	0,604	0,759	0,487	16,65
Confinamento	16,42aA	15,35aA	15,88A				
Média (G)	15,77a	15,45a					
Cor b*							
Pasto com supl.	6,39aA	5,81aA	6,10A	0,366	0,124	0,613	20,63
Confinamento	7,15aA	6,03aA	6,59A				
Média (G)	6,77a	5,92a					

¹Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha (horizontal) não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, na coluna (vertical) não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; ²Probabilidade do fator terminação; ³Probabilidade do fator grupo genético; ⁴Probabilidade da interação entre terminação e grupo genético.

Costa⁵¹ ao estudar diferentes tipos de suplementação na fase de recria de Nelore não encontraram diferença significativa para os parâmetros a^* , b^* e L^* na carne destes animais. Os parâmetros que medem a intensidade do vermelho e amarelo não diferiram estatisticamente na carne de animais não castrados alimentados em confinamento com diferentes dietas, os valores encontrados foram de 15,86 e 3,20 para a^* e b^* , respectivamente⁵². O valor de a^* citado acima ficou próximo aos encontrados no presente trabalho, já os valores de b são bem inferiores quando comparados aos mencionados na

Tabela 3.4. Em um estudo feito com animais Angus e Nelore alimentados a pasto, não foi detectada diferença entre os parâmetros L* e a* de cor⁵³.

Assim como nos trabalhos citados acima, os parâmetros de cor, avaliados pela luminosidade e intensidade do vermelho e amarelo, no presente trabalho, não sofreram influência quando comparou-se animais Nelore e ½ Angus-Nelore alimentados a pasto com suplementação ou em confinamento com milho grão inteiro.

Correlações positivas também foram encontradas entre L* e b* (0,53; p<0,01), como também entre a* e b* (0,72; p<0,01). Segundo Andrade et al.⁵⁴ a correlação positiva existente entre os parâmetros L* e b* refere-se a, quanto maior o brilho da carne, causado pela perda de água, maior a intensidade das cores vermelha e amarela na carne. Para os autores Andrade et al.⁵⁴ e Mancini e Hunt²⁸, que também verificaram a correlação entre a* e b*, a intensidade do vermelho aumenta devido a proteção feita pelos pigmentos antioxidantes, como o carotenoide, característico da cor amarela nos alimentos.

O valor de pH (Tabela 3.5) da carne é de fundamental importância para a conformidade dos demais parâmetros que podem ser analisados para verificação da qualidade. A qualidade da carne fica comprometida quando a redução do pH, logo após o abate devido a produção de ácido lático, não ocorre normalmente. A faixa de pH considerada adequada *post-mortem* é de 5,4 - 5,8.^{55,56} No presente trabalho, não houve diferença significativa (P>0,05) entre os tratamentos analisados para o pH e as médias encontradas estão dentro da faixa especificada acima.

TABELA 3.5 – Médias¹ de pH de *Longissimus dorsi* de animais Nelore e ½ Angus ½ Nelore terminados em pastagem com suplementação ou em confinamento

Tipo terminação (T)	Genética (G)		Probabilidades			CV(%)	
	½ Angus-Nelore	Nelore	Média (T)	T ²	G ³		TxG ⁴
pH							
Pasto com supl.	5,75aA	5,63aA	5,69A				
Confinamento	5,68aA	5,73aA	5,71A	0,831	0,669	0,291	3,31
Média (G)	5,71a	5,68a					

¹Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha (horizontal) não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, na coluna (vertical) não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; ²Probabilidade do fator terminação; ³Probabilidade do fator grupo genético; ⁴Probabilidade da interação entre terminação e grupo genético.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que a alimentação a pasto favorece as quantidades de cálcio, potássio, vitamina E e reduz o índice de oxidação lipídica nas carnes analisadas. A raça Nelore origina carne com maior teor de vitamina E, enquanto a ½ Angus-Nelore carne com maior teor de potássio. Já a combinação entre animais ½ Angus-Nelore e a terminação a pasto com suplementação possibilitou o desenvolvimento de carne com maior teor do mineral zinco.

Não houve influência da genética e do tipo de terminação para o ferro, a cor e pH das carnes avaliadas.

5. REFERÊNCIAS

1. Lopes AF, Alfaia CM, Partidário AM, Lemos JP, Prates JA. Influence of household cooking methods on amino acids and minerals of Barrosã-PDO veal. *Meat Sci.* 2015;99:38-43.
Doi: 10.1016/j.meatsci.2014.08.012.
2. Cabrera MC, Ramos A, Saadoun A, Brito G. Selenium, copper, zinc, iron and manganese content of seven meat cuts from Hereford and Braford steers fed pasture in Uruguay. *Meat Sci.* 2010;84(3):518-28.
Doi:10.1016/j.meatsci.2009.10.007
3. Bueno AL, Czepielewski MA. Micronutrientes envolvidos no crescimento. *Rev HCPA.* 2007;27(3):47-56.
4. Czerwonka M, Szterk A. The effect of meat cuts and thermal processing on selected mineral concentration in beef from Holstein–Friesian bulls. *Meat Sci.* 2015;105:75-80.
Doi: 10.1016/j.meatsci.2015.03.011.
5. Van Elswyk MEV, McNeill SH. . Impact of grass/forage feeding versus grain finishing on beef nutrients and sensory quality: The U.S. experience. *Meat Sci.* 2014; 96(1): 535–40.
Doi:10.1016/j.meatsci.2013.08.010
6. Chiaia HL, Peripoli E, Silva RM, Aboujaoude C, Feitosa FL, Lemos MV, Berton MP, Olivieri BF, Espigolan R, Tonussi RL, Gordo DG, Bresolin T, Magalhães AF, Júnior GA, Albuquerque LG, Oliveira HN, Furlan JJ, Ferrinho AM, Mueller LF, Tonhati H, Pereira A, Baldi F. Genomic prediction for beef fatty acid profile in Nellore cattle. *Meat Sci.* 2017;128:60-7.
Doi: 10.1016/j.meatsci.2017.02.007.
7. Visentainer JV, Franco MRB. Ácidos graxos em óleos e gorduras: identificação e quantificação. São Paulo: Varela, 2006. 120p.
8. Lima Júnior DM, Rangel AHN, Urbano AS, Maciel MV, Amaro LPA. Alguns aspectos qualitativos da carne bovina: uma revisão. *Acta Vet Bras.* 2011;5(4):351-58.
9. Smith SB, Gill CA, Lunt DK, Brooks MA. Regulation of Fat and Fatty Acid Composition in Beef Cattle. *Frenc*, 2009;22(9):1225-33.
10. Roça RO. Tecnologia da carne e produtos derivados. Botucatu: UNESP, 2000. 202p.
11. Li Y, Liu S. Reducing lipid peroxidation for improving colour stability of beef and lamb: on-farm considerations. *J Sci Food Agric.* 2012;92(4):719–26.
12. Nute GR, Richardson RI, Wood JD, Hughes SI, Wilkinson RG, Cooper SL, Siclair LA. Effect of dietary oil source on the flavour and the colour and lipid stability of lamb meat. *Meat Sci.* 2007;77(4):547-55.

13. McKenna DR, Mies PD, Baird BE, Pfeiffer KD, Ellebracht JW, Savell JW. Biochemical and physical factors affecting discoloration characteristics of 19 bovine muscles. *Meat Sci.* 2005;70(4):665-82.
14. López-bote CJ, Daza A, Soares M, Berges, E. Dose–response effect of dietary vitamin E concentration on meat quality characteristics in light-weight lambs. *Anim Sci.* 2001;73(3):451–57.
Doi: 10.1186/2049-1891-4-21
15. Leedle RA, Leedle JAZ, Butine MD. Vitamin E is not egraded by ruminal microorganism. Assessment with ruminal contents from a steer fed a high concentrate diet. *J Anim Sci.* 1993;71(12):3442–50.
16. Barreiros ALBS, Davis JM, Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. *Quim Nova.* 2006;29(1):113-23.
17. Warren HE, Scollan ND, Nute GR, Hughes SI, Wood JD, Richardson RI. Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. II: Meat stability and flavor. *Meat Sci.* 2008;78(3):270–78.
doi:10.1016/j.meatsci.2007.06.007
18. Association Of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of AOAC International. Gaithersburg; 2012. 19^a ed.
19. Prates JAM, Quaresma MAG, Bessa RJB, Fontes CMGA, Alfaia CPM. Simultaneous HPLC quantification of total cholesterol, tocopherols and β -carotene in Barrosã-PDO veal. *Food Chem.* 2006;94(3):469-77.
Doi:10.1016/j.foodchem.2005.01.021.
20. Houben JH, Van Dijk A, Eikelenboom G, Hoving-Bolink AH. Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on color stability and lipid oxidation in minced beef. *Meat Sci.* 2000;55:331-36.
21. St Angelo A. J. Lipid oxidation on foods. *CritRev Food Sci Nutr.* 1996; 36(3):175-224.
Doi: 10.1021/bk-1992-0500.fw001
22. Raharjo S, Sofos JN, Schmidt GR. Improved speed, specificity and limit of determination of an aqueous acid extraction thiobarbituric acid-C18 method for measuring lipid peroxidation in beef. *J Agric Food Chem.* 1992; 40(11):2182-85.
23. R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>. 2015.
24. Camargo AM, Rodrigues VC, Ramos KC, Oliveira BT, Medeiros ECD, Dias LF. Composição mineral da carne de bovinos de diferentes grupos genéticos com idades distintas. *Rev Bras Saúde Prod An.* 2008;9(3):578-84.

25. Duckett SK, Neel JPS, Fontenot JP, Clapham WM. Effects of winter stocker growth rate and finishing system on: III. Tissue proximate, fatty acid, vitamin, and cholesterol content. *J Anim Sci.* 2009;87(9):2961-70.
Doi: 10.2527/jas.2009-1850.
26. Ramos A, Cabrera MC, Saadoun A. Bioaccessibility of Se, Cu, Zn, Mn and Fe, and heme iron content in unaged and aged meat of Hereford and Braford steers fed pasture. *Meat Sci.* 2012; 91(2):116-24.
Doi:10.1016/j.meatsci.2012.01.001
27. Lima Júnior DM, Rangel AHN, Urbano SA, Moreno MB. Oxidação lipídica e qualidade da carne ovina. *Acta Vet Brasilica.* 2013;7(1):14-28.
28. Mancini RA, Hunt MC. Current research in meat color. *Meat Sci.* 2005;71(1):100–21.
29. Gerber N, Brogioli R, Hattendorf B, Scheeder MRL, Wenk C, Gunther D. Variability of selected trace elements of diferente meat cuts determined by ICP-MS and DRC-ICPMS. *Animal.* 2009;3(1):166–72.
Doi:10.1017/S1751731108003212
30. Andrade ECB, Teodoro AJ, Takase I. Extração sequencial de zinco em carnes cruas e processadas. *Alim Nutr.* 2004;15(3):233-38.
31. Gonzáles FHD. Indicadores sangüíneos do metabolismo mineral em ruminantes. In: Gonzáles FHD, Barcellos J, Patiño HO, Ribeiro LA. *Perfil metabólico em ruminantes: Seu uso em nutrição e doenças nutricionais.* 2000. Porto Alegre: Biblioteca Setorial da Faculdade de Medicina Veterinária da UFRGS. 108p.)
32. Nelson TS, Oaniels LB, Hall JR, Shielos LG. Hydrolysis of natural phytate phosphorus in the digestive tract of calves. *J Anim Sci.* 1976;42(6):1509-12.
33. Ravindran V, Ravindran G, Silvalogan S. Total and phytate phosphorus contents of various foods and feedstuffs of plant origin. *Food Chem.* 1994;50(2):133-36.
34. Benevides CMJ, Souza MV, Souza RDB, Lopes MV. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. *Segur Aliment Nutr.* 2011;18(2): 67-79.
35. Van Dicy K, Tas S, Robberecht H, Deelstra H. The influence of different food components on the in vitro availability of iron, zinc and calcium from a composed meal. *Int J Food Sci Nutr.* 1996;47(6):499-506.
36. Garmyn AJ, Hilton GG, Mateescu RG, Morgan JB, Reecy JM, Tait RG Jr, et al. Estimation of relation ships between mineral concentration and fatty acid composition of *longissimus* muscle and beef palatability traits. *J Anim Sci.* 2011; 89(9):2849-58.
Doi: 10.2527/jas.2010-3497.
37. FAO, WHO, UNU Corporate Document Repository Chapter 16: Zinc. In: FAO Corporate Document Repository. *Human energy requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation.* Rome: FAO; 2001. 286 p.

38. Marino CT, Medeiros SR. Minerais e vitaminas na nutrição de bovinos de corte. In: Medeiros SR, Gomes RC, Bungenstab DJ. *Nutrição animal: fundamentos e aplicação* Brasília: Embrapa, 2015. 18p.
39. Williams JE, Wagner DG, Walters LE, Horn GW, Waller GR, Sims PL, Guenther JJ. Effect of production systems on performance, body composition and lipid and mineral profiles of soft tissue in cattle. *J Anim Sci.* 1983;57(4):1020-28.
40. Paulino MF, Fontes CAA, Jorge AM, Queiroz AC, Silva JFC, Gomes Júnior P. Composição corporal e exigências de macroelementos minerais (ca, p, mg, na e k) de bovinos não-castrados de quatro raças zebuínas. *R Bras Zootec.* 1999;28(3):634-41.
41. De la Fuente J, Díaz MT, Álvarez I, Oliver MA, Font i Furnols M, Sañudo C, Campo MM, Montossi F, Nute GR, Cañeque V. Fatty acid and vitamin E composition of intramuscular fat in cattle reared in different production systems. *Meat Sci.* 2009; 82(3):331-37.
Doi:10.1016/j.meatsci.2009.02.002
42. Realini CE, Ducketta SK, Britob GW, Dalla Rizza M, De Mattos D. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Sci.* 2004;66(3):567–77.
Doi:10.1016/S0309-1740(03)00160-8
43. Humada MJ, Sañudo C, Serrano E. Chemical composition, vitamin E content, lipid oxidation, colour and cooking losses in meat from Tudanca bulls finished on semi-extensive or intensive systems and slaughtered at 12 or 14 months. *Meat Sci.* 2014;96(2):908-15.
Doi:10.1016/j.meatsci.2013.10.004.
44. Descalzo AM, Insani EM, Biolatto A, Sancho AM, García PT, Pensel NA, Josifovich JÁ. Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/oxidative balance of Argentine beef. *Meat Sci.* 2005; 70(1):35-44.
doi:10.1016/j.meatsci.2004.11.018
45. Fugita CA. Desempenho produtivo e características da carcaça e da carne de bovinos (angus vs. nelore) terminados em confinamento com aditivos na dieta e de holandeses castrados em diferentes idades [Tese]. Maringá: Universidade Estadual de Maringá; 2013.
46. Adams CA. Oxidation and antioxidants. In: Adams CA. *Nutricines: food componentes in health and nutrition*. Nottingham: Nottingham University Press, 1999. p. 11-32.
47. Campo MM, Nute GR, Hughes SI, Enser M, Wood JD, Richardson R I. Flavour perception of oxidation in beef. *Meat Sci.* 2006;72(2)303–11.
Doi:10.1016/j.meatsci.2005.07.015.
48. Laguerre M, Lecomte J, Villeneuve P. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: existing methods, new trends and challenges. *Prog Lipid Res.* 2007;46(5):244-82.

49. Wojciak KM, Dolatowski ZJ. Oxidative stability of fermented meat products. *Acta Sci Pol Technol Aliment*. 2012;11(2):99-109.
50. Swatland HJ. Progress in understanding the paleness of meat with a low pH. *J Anim Sci*. 2004;34(6):1-7.
51. Costa QPB. Características da carne de bovinos suplementados no período das águas e terminados em confinamento e em pasto. [Tese]. Botucatu: Universidade Estadual Paulista; 2013.
52. Ribeiro FG, Leme PR, Bulle MAM, Lima SG, Silva SL, Pereira ASC, Lanna DPD. Características da carcaça e qualidade da carne de tourinhos alimentados com dietas de alta energia. *Rev. Bras. Zootec*. 2002;31(2):749-56.
Doi:10.1590/S0101-20611998000200012
53. Rossato LV, Bressan MC, Rodrigues EC, Gama LT, Bessa RJB, Alves SPA. Parâmetros físico-químicos e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Angus e Nelore terminados em pastagem. *Rev Bras Zootec*. 2010;39(5):1127-34.
Doi:10.1590/S1516-35982010000500025.
54. Andrade PL, Bressan MC, Gama LT, Gonçalves TM, Ladeira MM, Ramos EM. Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore. *R Bras Zootec*. 2010;39(8):1791-1800.
55. Bonagurio S, Pérez JRO, Garcia IFF, Bressan MC, Lemos ALSC. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com texel abatidos com diferentes pesos. *R Bras Zoot*. 2003;32(6):1981-91.
Doi:10.1590/S1519-99402014000200021
56. Pardi MC, Santos IF, Souza ER, Pardi HS. *Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne*. Vol 1, Goiânia: Universidade Federal de Goiás. 2006.

CAPÍTULO 4 - PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE DE ANIMAIS NELORE E ½ ANGUS-NELORE TERMINADOS A PASTO COM SUPLEMENTAÇÃO OU EM CONFINAMENTO COM MILHO GRÃO INTEIRO

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da genética de animais Nelore e ½ Angus-Nelore e da terminação em pastagem com suplementação protéico-energética ou em confinamento com milho grão inteiro no perfil de ácidos graxos da carne destes animais. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x2, sendo dois grupos genéticos e dois tipos de terminação. Os resultados obtidos demonstraram que não houve interação significativa para o ácido palmítico (C16:0), total de ácidos graxos saturados e ácido oleico (C18:1n-9). Para o teor do ácido mirístico, um dos ácidos graxos considerados hipercolesterolêmicos, o tratamento com carnes de animais Neloires terminados em confinamento adquiriu maior valor em comparação aos Neloires terminados a pasto com suplementação e em relação aos ½ Angus-Nelore terminados em confinamento. Já o tratamento que continha carne de animais Nelore terminados a pasto com suplementação obteve maiores valores para os ácidos esteárico (C18:0), linolênico (C18:3n-3), DHA e para o total de ácidos graxos poli-insaturados quando comparados a carne dos Nelore em confinamento. A quantidade de ácido *trans* vacênico (C18:1 *trans*-11 *cis*-9) na terminação a pasto foi favorecida em relação ao confinamento, fato que ocorreu ao contrário com o isômero C18:1 *trans*-10 *cis*-12, que foi maior na terminação em confinamento. O teor de CLA dentro da raça Nelore foi maior na terminação a pasto em comparação ao confinamento. Já para o ácido linoleico (C18:2 n-6) o tratamento com carnes de animais ½ Angus-Nelore terminados a pasto com suplementação obteve menor teor em relação ao Nelore terminado a pasto com suplementação e ao ½ Angus-Nelore terminado em confinamento. Pode-se concluir que, animais Neloires terminados a pasto com suplementação originaram carnes com maior teor de ácidos graxos da classe ômega-3, como o linolênico e DHA, quando comparados aos Neloires terminados em confinamento e aos ½ Angus-Nelore terminados a pasto com suplementação, mas os ½ Angus-Nelore terminados a pasto com suplementação produzem carne com menor teor de ômega-6, enquanto os Neloires terminados em confinamento, geraram carne com maior teor de ácidos graxos considerados prejudiciais a saúde. O ácido graxo *trans* citado como benéfico a saúde (*trans*-vacênico) foi maior na terminação a pasto, enquanto o que é considerado prejudicial à saúde (C18:1 *trans*-10) foi obtido em maior valor para o tratamento em confinamento, independente da genética utilizada.

Palavras-Chaves: gordura saturada, ômega-3, ômega-6, *trans*, ácido linoleico conjugado.

CHAPTER 4 - PROFILE OF FATTY ACIDS, NELORE AND ½ ANGUS-NELORE ANIMALS MEAT FINISHED WITH PASTURE WITH SUPPLEMENTATION OR IN CONTAINMENT WITH WHOLE GRAIN CORN

ABSTRACT

It was aimed to evaluate the influence of genetics of Nelore or ½ Angus-Nelore animals and the finishing phase systems of pasture with protein-energy supplementation or feedlot with whole-grain corn on fatty acids profile of their meat. The experimental design was completely randomized in a 2x2 factorial arrangement, with two genetic groups and two finishing systems. The obtained results showed there was no significant interaction for palmitic acid (C16:0), total saturated fatty acids and oleic acid (C18:1n-9). For the myristic acid content, one of the fatty acids considered to be hypercholesterolemic, the treatment with the meat of feedlot finished Nelore animals showed higher value compared to meat of Nelore animals finished on pasture with supplementation and to meat of feedlot finished ½ Angus-Nelore. The treatment containing meat from Nelore animals finished on pasture with supplementation resulted in higher values for stearic (C18:0), linolenic (C18:3n-3), DHA and total polyunsaturated fatty acids compared to meat of feedlot finished Nelore. The amount of trans-vaccenic acid (C18:1 *trans*-11 *cis*-9) at pasture finishing system was favored in relation to the feedlot, which occurred in the opposite way with the C18:1 *trans*-10 *cis*-12 isomer, which was higher in feedlot finishing system. The CLA content within the Nelore breed was higher in pasture than in feedlot finishing. For linoleic acid (C18:2 n-6) the treatment with meat of ½ Angus-Nelore animals finished on pasture with supplementation showed lower content than Nelore finished on pasture with supplementation and feedlot finished ½ Angus-Nelore. In conclusion, Nelore animals finished on pasture with supplementation produced meat with a higher content of omega-3 fatty acids, such as linolenic and DHA, when compared to feedlot finished Nelore and ½ Angus-Nelore animals finished on pasture, with supplementation, but ½ Angus-Nelore finished in pasture produced meat with lower content of n-6, while the feedlot finished Nelore steers generated less healthy meat. The *trans* fatty acid, considered to be healthier (*trans*-vaccenic), showed higher content on pasture with supplementation system, while what is considered to be harmful to health (C18:1 *trans*-10) was obtained in higher value for the feedlot treatment, independent on the chosen genetic

Keywords: Conjugated linoleic acid, omega-3, omega-6, saturated fat, *trans*.

1. INTRODUÇÃO

A composição química e as características físicas da carcaça de bovinos, que definem a qualidade da carne, são afetadas por diversos fatores, dentre eles, a raça e o sistema de alimentação utilizados¹. O teor de gordura presente na carne é de grande importância em relação à composição de ácidos graxos, que apresentam grande variação entre as carnes bovinas, uma vez que as quantidades observadas normalmente resultam do balanço entre energia da dieta e requerimentos metabólicos dos animais².

O interesse na composição de ácidos graxos da gordura intramuscular tem aumentado a conscientização dos produtores em alterar a quantidade e sua composição³, já que os ácidos graxos se apresentam na forma saturada e insaturada. Para a nutrição humana, o consumo de ácidos graxos saturados causa elevação da concentração plasmática de colesterol e de LDL⁴, já os ácidos graxos poli-insaturados das famílias ômega-3 e ômega-6 são responsáveis por numerosos benefícios ao organismo humano⁵.

A carne dos bovinos é rica em ácidos graxos saturados derivados do processo peculiar de digestão de lipídeos nos ruminantes⁶. Somente cerca de 5% dos ácidos graxos totais em carne são compostos de ácidos poli-insaturados, o mais abundante é o ácido linoleico, que pode ser derivado do CLA *cis*-9, *trans*-11⁷, ácido graxo produzido naturalmente em animais ruminantes e que provavelmente possuem grandes benefícios na promoção da saúde humana^{8,3}.

Como a nutrição de bovinos pode influenciar na composição de ácidos graxos da carne, as carnes de animais alimentados a pasto possuem maior teor de ômega-3 em relação aos animais alimentados em confinamento⁹. E em relação à raça, animais Nelore possuem carnes nutricionalmente mais saudáveis, em relação ao perfil de ácidos graxos, quando em comparação aos animais Angus^{10,11}.

O objetivo deste capítulo foi comparar a composição de ácidos graxos das carnes de animais Nelore e ½ Angus-Nelore alimentados a pasto com suplementação e terminados a pasto com suplementação proteico-energética ou em confinamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Obtenção das amostras

As amostras foram obtidas conforme descrito no Capítulo 2.

2.2. Perfil de ácidos graxos

A fração lipídica extraída na etapa de determinação de gordura foi utilizada para a quantificação de ácidos graxos. Para que a análise do perfil de ácidos graxos acontecesse, primeiramente foi feita a transesterificação dos ácidos graxos, a fim de transformá-los em éster metílicos, conforme Hartman e Lago¹², para serem quantificados por cromatografia gasosa. Após a obtenção dos ésteres metílicos prosseguiu-se com a identificação dos compostos no Cromatógrafo a gás (Focus GC Thermo). Cada amostra teve o procedimento de metilação e leitura realizados em duplicata.

Para a injeção das amostras, a temperatura do injetor esteve em 250 °C e o detector de ionização de chamas a 270 °C. A temperatura inicial do forno foi de 100°C durante 10 minutos e programada para elevar-se 3°C por minuto até atingir 240°C. O gás nitrogênio, hidrogênio e ar sintético foram utilizados pelo detector de ionização em chamas, nas proporções 30:30:300 mL.min⁻¹, respectivamente. O Hidrogênio além de ser utilizado pelo detector de ionização em chamas é o gás carreador e o fluxo é de 1,2mL.min⁻¹. A coluna utilizada foi a Rt®-2560, 100 m, 0.25 mm ID e 0.20 µm. A amostra foi injetada a um volume de 1 µL, por meio de um injetor automático. Os ésteres então foram separados em um tempo de 80,67 min e registrados no computador e as áreas integradas com o auxílio do software CHROMQUEST 4.1. A metodologia utilizada para a realização das análises foi de Joseph e Ackman¹³.

Alguns ácidos graxos não puderam ser identificados nas amostras avaliadas, provavelmente os de cadeia ramificada, gerando um total de ácidos graxos não identificados que variaram de 5,59 a 7,51%.

Foram realizadas análises de ácidos graxos nas dietas ofertadas aos animais, conforme apresentada na Tabela 4.1. Foram analisados o pasto e as dietas de suplementação e confinamento oferecidas durante a fase de terminação.

TABELA 4.1 - Médias de ácidos graxos (%) das análises da pastagem, da suplementação e do confinamento oferecidas aos animais de raça Nelore e ½ Angus ½ Nelore

Ácido Graxo (%)	Pasto – Cresc. ¹	Pasto – Supl. ²	Supl. ³	Conf. ⁴
C14:0	1,19±0,03	2,15±0,66	-	-
C15:1 n3	2,73±0,41	5,05±1,72	-	-
C16:0	25,90±0,27	26,01±1,07	16,30±0,08	11,05±0,95
C18:0	2,59±0,11	2,80±0,31	3,51±0,03	1,86±0,14
C18:1 cis n9	5,99±0,16	4,51±0,96	27,21±0,10	29,98±0,44
C18:2 cis n6	20,96±0,27	18,47±1,52	48,93±0,17	55,79±0,63
C18:3 n3	40,22±0,64	39,89±0,84	4,05±0,03	1,31±0,01

¹ – Pasto utilizado durante a fase de crescimento entre Maio e Novembro; ² – Pasto utilizado durante a fase de suplementação no período chuvoso; ³ – Suplementação utilizada durante a terminação a pasto; ⁴ – Dieta utilizada durante o sistema de terminação em confinamento.

2.3. Delineamento Experimental

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 2 (dois grupos genéticos e dois tipos de terminação), com seis repetições para a terminação a pasto com suplementação e sete repetições para a terminação em confinamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e as comparações entre médias dos tratamentos foram realizadas usando o teste Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software R (2015)¹⁴.

Para verificar a correlação existente entre as variáveis estudadas e os dados de espessura de gordura subcutânea, do capítulo 2, foi utilizado o coeficiente de correlação linear de Pearson. A significância do coeficiente foi verificada por meio do teste t a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analizando o total de ácidos graxos saturados (Tabela 4.2) verificou-se que não houve diferença significativa entre os fatores ($P>0,05$). Mesmo não havendo diferença significativa para o total, alguns ácidos graxos importantes, como o C14:0 e o C18:0 apresentaram diferenças significativas.

TABELA 4.2 – Médias¹ de ácidos graxos saturados (AGS) de carnes de animais Nelores e ½ Angus ½ Nelore terminados a pasto com suplementação ou em confinamento

Tipo terminação (T)	Genética (G)		Probabilidades				CV(%)
	½ Angus-Nelore	Nelore	Média (T)	T ²	G ³	TxG ⁴	
C14:0(%)							
Pasto com supl.	1,63aA	1,39aA	1,51				
Confinamento	1,69aA	2,41bB	2,05	0,013	0,244	0,034	27,76
Média (G)	1,67	1,90					
C15:0(%)							
Pasto com supl.	0,43aA	0,44aA	0,43				
Confinamento	0,49aA	1,10bB	0,79	<0,001	<0,001	0,001	18,73
Média (G)	0,46	0,77					
C16:0(%)							
Pasto com supl.	24,31aA	21,02aA	22,66A				
Confinamento	22,52aA	22,45aA	22,49A	0,839	0,054	0,064	9,10
Média (G)	23,41a	21,73a					
C17:0(%)							
Pasto com supl.	0,97aA	0,90aA	0,94				
Confinamento	1,44aB	2,51bB	1,98	<0,001	<0,001	0,001	18,55
Média (G)	1,20	1,71					
C18:0(%)							
Pasto com supl.	13,74aA	15,73aA	14,73				
Confinamento	13,35aA	11,76bB	12,56	0,002	0,748	0,008	11,22
Média (G)	13,54	13,75					
TOTAL AGS(%)							
Pasto com supl.	41,09aA	39,48aA	40,28A				
Confinamento	39,49aA	40,23aA	39,87A	0,721	0,715	0,364	7,72
Média (G)	40,29a	39,86a					

¹Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha (horizontal) não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, na coluna (vertical) não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; ²Probabilidade do fator terminação; ³Probabilidade do fator grupo genético; ⁴Probabilidade da interação entre terminação e grupo genético.

Para o ácido graxo C14:0 (ácido mirístico) houve interação significativa ($P<0,05$) entre a genética e o tipo de terminação. Já para o C16:0 (ácido palmítico) não houve interação significativa ($P>0,05$) entre os fatores. A elevação da concentração plasmática de colesterol e de LDL pode ser evidenciada quando ácidos graxos saturados são consumidos⁴. Os ácidos láurico (C12:0), mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) são considerados os mais preocupantes, pois tem maior ação hipercolesterolêmica¹⁵.

Ao fixar o sistema de terminação a pasto com suplementação para o C14:0, não houve diferença significativa entre as médias dos animais $\frac{1}{2}$ Angus-Nelore e Nelore. Já no confinamento, a média encontrada para os animais Nelore foi maior em relação aos $\frac{1}{2}$ Angus-Nelore. Em relação ao grupo genético, nos animais Nelore a média para o ácido mirístico foi maior na terminação em confinamento e para a $\frac{1}{2}$ Angus-Nelore não houve diferença significativa entre as médias. Logo, a carne de animais da raça Nelore terminados em confinamento obteve maior média.

A mesma tendência foi observada no trabalho de St. Jhon et al.¹⁶ que estudaram ácidos graxos das carnes de animais Angus e Braford e encontraram valores de 2,14 e 2,68% para C14:0 com diferença significativa e 17,45 e 18,69% para C16:0, sem diferença significativa entre as raças, respectivamente. Huerta-Leidenz et al.¹⁷ verificaram que o C14:0 foi maior em *Bos indicus* e o C16:0 em *Bos taurus*.

Em um estudo feito com animais *B. indicus* e *B. taurus* alimentados a pasto e em confinamento, uma maior quantidade de C14:0 e uma menor quantidade de C16:0 foram encontradas em animais *B. indicus* em relação aos *B. taurus* e os autores sugeriram que há maior atividade da enzima tioesterase, que faz parte da síntese de ácidos graxos e é responsável pela hidrólise da ligação tioester da cadeia de carbono, em animais *B. indicus*¹⁸. Reações de oxidação dos ácidos graxos de cadeia longa reduzem por vez, dois átomos de carbono, por meio da acetil-CoA, transformando o palmotoil-CoA em miristoil-CoA, ou seja, convertendo o ácido palmítico em ácido mirístico¹⁹. Logo, o cruzamento genético pode ter diminuído a atividade da enzima no presente trabalho, o que permitiu uma menor formação do ácido mirístico.

Em relação ao sistema de alimentação, Daley et al.⁹ em sua revisão, afirmam que carne de animais alimentados com cereais possui maior teor de ácidos mirístico e palmítico quando comparado as carnes de animais alimentados a pasto, fato que explica o maior teor de C14:0 na terminação em confinamento. Bressan et al.¹⁸ também encontraram maior teor de C14:0 e C16:0 para animais alimentados em confinamento em relação aos alimentados a pasto e explica que este comportamento pode estar relacionado ao aumento da gordura intramuscular destes animais, uma vez que consomem mais energia do que os animais que são alimentados em pastejo.

A interação foi significativa ($P < 0,05$) para o ácido pentadecanóico (C15:0) e para o ácido margárico (C17:0). Valores próximos aos encontrados no presente trabalho foram verificados por Silva et al.²⁰, que estudaram a composição de ácidos graxos de mestiços europeus e zebuínos alimentados com diversas concentrações de milho e teores de

0,46% e 0,48% para C15:0 e de 1,20% e 1,17% para C17:0, foram reportados, respectivamente.

Para C15:0, não houve diferença entre as médias dos grupos genéticos em relação a terminação a pasto. Já na terminação em confinamento, os Nelore obtiveram maior média quando comparados aos ½ Angus-Nelore. Quanto ao C17:0, para a terminação em confinamento, os animais Nelore se destacaram em relação aos ½ Angus-Nelore, mas os animais ½ Angus-Nelore obtiveram maior média na terminação em confinamento quando comparado a pasto com suplementação. A terminação em confinamento pode ter beneficiado a produção de ácido propiônico, que é um ácido graxo volátil, precedente da produção dos ácidos pentadecanóico e margárico²¹ e a combinação com animais Nelore pode ter favorecido ainda mais a produção desses ácidos graxos.

O ácido esteárico (C18:0) considerado como sendo neutro para a influencia no teor de colesterol²², também obteve interação significativa ($P < 0,05$) entre a genética e o tipo de terminação. Ao analisar a terminação em confinamento, a carne dos animais ½ Angus-Nelore obteve maior média em relação ao Nelore e ao verificar a carne do animal Nelore, maior quantidade de C18:0 foi encontrada na terminação a pasto com suplementação.

Ácidos graxos poli-insaturados são tóxicos às bactérias que participam do processo de biohidrogenação, que adiciona um íon de hidrogênio em uma dupla ligação convertendo ácidos graxos insaturados em saturados^{23,24,25}. Neste processo, os ácidos graxos provenientes da dieta são hidrolisados e, em seguida os poli-insaturados são rapidamente hidrogenados pelos microrganismos do rúmen²⁶. O principal substrato de ácidos graxos para a biohidrogenação em animais a pasto é o ácido linolênico (C18:3n-3)²⁷, que provavelmente será convertido a ácido esteárico. E como a atividade da *Butyrivibrio fibrisolvens*, bactéria que participa da biohidrogenação, é diminuída com o consumo de grãos, devido a redução do pH do rúmen, ao contrario das dietas a base de forragem, que disponibiliza um ambiente ruminal favorável para a síntese bacteriana²⁸, os animais Nelore terminados a pasto com suplementação podem ter realizado maior hidrogenação dos ácidos graxos poli-insaturados e consequentemente gerado carnes com maior teor de C18:0, como resultado deste processo.

Já para os ½ Angus-Nelore, maior quantidade de ácido esteárico pode ter sido encontrada na terminação em confinamento devido ao confinamento propiciar maior teor de energia ao animal e consequentemente, maior quantidade de ácidos graxos saturados, que neste caso foi o C18:0, ser encontrado.

O total de ácidos graxos monoinsaturados (AGM – Tabela 4.3) obteve interação significativa entre a genética do animal e o tipo de terminação ($P < 0,05$).

TABELA 4.3 – Médias¹ dos ácidos graxos monoinsaturados (AGM) de animais Nelore e ½ Angus ½ Nelore terminados a pasto com suplementação ou em confinamento

Tipo terminação (T)	Genética (G)		Probabilidades			CV(%)	
	½ Angus-Nelore	Nelore	Média (T)	T²	G³		TxG⁴
C14:1n-5(%)							
Pasto com supl.	0,38aA	0,39aA	0,39				
Confinamento	0,44aA	0,77bB	0,60	<0,001	<0,001	0,002	23,48
Média (G)	0,41	0,58					
C16:1n-7(%)							
Pasto com supl.	2,97aA	2,27aA	2,62				
Confinamento	2,69aA	3,45bB	3,07	0,910	0,102	0,011	23,00
Média (G)	2,83	2,86					
C18:1t-10(%)							
Pasto com supl.	0,21	0,10	0,18A				
Confinamento	1,01	1,13	1,07B	<0,001	0,639	0,258	28,32
Média (G)	0,61	0,64					
C18:1t-11(%)							
Pasto com supl.	1,26	1,30	1,28A				
Confinamento	0,86	1,18	1,02B	0,018	0,068	0,149	20,33
Média (G)	1,06	1,24					
C18:1n-9(%)							
Pasto com supl.	34,00aA	30,97aA	32,49A				
Confinamento	32,45aA	32,76aA	32,61A	0,905	0,195	0,114	7,77
Média (G)	33,22a	31,87a					
C18:1n-7 (%)							
Pasto com supl.	1,63aA	1,29bB	1,46				
Confinamento	1,57aA	1,68aA	1,62	0,098	0,238	0,028	15,29
Média (G)	1,60	1,48					
C20:1n-9(%)							
Pasto com supl.	0,11	0,11	0,10A				
Confinamento	0,13	0,12	0,12B	0,033	0,366	0,617	17,07
Média (G)	0,12	0,11					
TOTAL AGM(%)							
Pasto com supl.	40,56aA	36,43bB	38,49				
Confinamento	39,15aA	41,09aA	40,12	0,150	0,320	0,014	7,12
Média (G)	39,85	38,78					

¹Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha (horizontal) não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, na coluna (vertical) não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; ²Probabilidade do fator terminação; ³Probabilidade do fator grupo genético; ⁴Probabilidade da interação entre terminação e grupo genético.

Na terminação a pasto com suplementação, a carne dos animais ½ Angus-Nelore obteve maior teor do total de ácidos graxos monoinsaturados em relação a carne de animais Nelore, enquanto os animais Nelore obtiveram maior conteúdo de AGM na terminação em confinamento quando comparado a terminação a pasto com suplementação. O ácido oleico (C18:1n-9) representou cerca de 83% do total de AGM,

não havendo interação significativa ($P>0,05$) entre a genética e o tipo de terminação para este AGM com médias variando de 30,97 a 34%.

Animais alimentados a pasto podem possuir de 30 a 70% menos ácido oleico do que os alimentados em confinamento²⁹. Este fato pode explicar o menor valor total de AGM nas carnes dos animais Nelore, ter sido encontrado para um tratamento que continha pasto, pois o oleico é o ácido monoinsaturado encontrado em maior quantidade para a classe dos monoinsaturados. E a combinação entre animais ½ Angus-Nelore e a terminação a pasto com suplementação pode ter proporcionado menor biohidrogenação dos AGM em relação aos animais Nelore.

A suplementação utilizada na terminação a pasto pode ter contribuído para que não houvesse diferença significativa para o teor de ácido oleico da carne dos animais avaliados neste experimento, uma vez que ela contribuiu para maior quantidade de C18:1 n-9 na terminação a pasto e para este tipo de terminação, os ácidos graxos poli-insaturados estão em maior quantidade e são hidrogenados primeiro que os monoinsaturados.

Ao comparar o teor de ácido oleico da dieta oferecida ao animal com sua carne foi verificado que a carne com maior teor de ácido oleico não foi oriunda do animal que se alimentou com a dieta de maior teor de ácido oleico³⁰, demonstrando que o processo de biohidrogenação dos ruminantes interfere no teor de ácidos graxos insaturados.

Para os ácidos C18:1 *trans*-10 e C18:1 *trans*-11 (*trans*-vacênico) não houve interação significativa entre os fatores, apenas o fator terminação foi significativo para os dois ácidos graxos ($P<0,05$).

Animais em confinamento apresentaram médias de C18:1 *trans*-10 bastante superiores aos animais que foram alimentados a pasto, enquanto que o valor de C18:1 *trans*-11 foi maior em animais alimentados a pasto com suplementação em relação aos que foram terminados em confinamento. Os resultados encontrados concordam com a tendência citada por Griinari e Bauman³¹, que a alimentação de bovinos baseada em alta concentração de grãos e baixo teor de fibras ocasiona diminuição no teor de ácido *trans*-vacênico e aumento na quantidade do isômero C18:1 *trans*-10 presente na carne.

Um estudo feito alimentando coelhos com manteigas ricas nos ácidos graxos citados acima verificou que manteigas com maior teor de C18:1 *trans*-10 afetaram prejudicialmente os níveis plasmáticos, resultando em níveis mais elevados de VLDL e LDL nos coelhos estudados, em relação a manteiga padrão. Já o produto rico em ácido *trans*-vacênico agiu de forma neutra em relação à aterosclerose³². Outro estudo com coelhos alimentados com manteigas de leite ricas em C18:1 *trans*-10, C18:1 *trans*-11 e

padrão detectou que o *trans*-10 trouxe efeitos prejudiciais aos lipídeos do plasma e ao metabolismo das lipoproteínas nos coelhos estudados, enquanto o *trans*-11 implicou em efeito neutro ou apresentou tendência de redução na deposição de gordura na artéria aorta desses animais³³. Logo, a terminação a pasto com suplementação pode ser citada, no presente trabalho, como a alimentação que gerou maior quantidade do ácido graxo isômero do oleico mais benéfico à saúde quando comparada à terminação em confinamento.

Nos ácidos miristoleico (C14:1n-5) e palmitoleico (C16:1n-7) a interação entre os fatores foi significativa ($P < 0,05$). Animais Nelore em confinamento obtiveram maior média em relação ao ½ Angus-Nelore. Como a enzima Δ -9 dessaturase é a responsável pela conversão de ácidos mirísticos, palmíticos e esteáricos em ácidos miristoleicos, palmitoleicos e oleicos, respectivamente³⁴, a atividade desta enzima deve ter sido maior em bovinos Nelore, enquanto permaneceram no confinamento.

O total de ácidos graxos poli-insaturados (Tabela 4.4) obteve interação significativa, onde no pasto com suplementação os animais Nelore obtiveram carne com maior teor e no confinamento a carne dos animais ½ Angus-Nelore obteve maior quantidade de AGP.

Os ácidos graxos da família n-6 encontrados no presente trabalho foram os ácidos linoleico conjugado - CLA (C18:2 *trans*-11), ácido linoleico (C18:2n-6) e araquidônico (C20:4n-6), totalizando teores que variaram de 8,00% a 12,06%. Na Tabela 4.5 pode ser observado que, o tratamento com animais ½ Angus-Nelore em confinamento obtiveram maior média para n-6 em relação aos Nelore.

O ácido linoleico conjugado (CLA) está presente em produtos de origem animal. Existem vários isômeros de CLA, mas o ácido rumênico (C18:2 *cis*-9 *trans*-11) é predominante na gordura de ruminantes e tem propriedade anticancerígena. No presente estudo, somente o ácido rumênico, aqui chamado de CLA, foi identificado. Houve interação ($P < 0,05$) entre os fatores para o CLA.

A carne de animais Nelore alimentados a pasto obtiveram maior valor de CLA quando comparados a animais Neloires em confinamento. Diferentes valores de CLA podem ser encontrados na carne de bovinos. Ao avaliar a carne de animais taurinos e zebuínos alimentados com diferentes concentrações de milho os autores encontraram teores de 0,08% a 0,1% de CLA, sem diferenças significativas²⁰. Valores de 0,50% e 0,66% foram encontrados para carne de animais Neloires e Angus, respectivamente alimentados sob pastagem¹⁰.

TABELA 4.4 – Médias¹ dos ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) de animais Nelore e ½ Angus-Nelore terminados a pasto com suplementação ou em confinamento

Nelore terminados a pasto com suplementação ou em confinamento							
Tipo terminação (T)	Genética (G)		Média (T)	Probabilidades			CV (%)
	½ Angus-Nelore	Nelore		T ²	G ³	TxG ⁴	
C18:2t-11-CLA(%)							
Pasto com supl.	0,12aA	0,15aA	0,13				
Confinamento	0,12aA	0,11aB	0,11	0,05	0,137	0,018	18,14
Média (G)	0,12	0,13					
C18:2n-6(%)							
Pasto com supl.	6,46aA	9,63bA	8,05				
Confinamento	10,11aB	10,29aA	10,20	<0,001	<0,001	0,002	11,50
Média (G)	8,29	9,96					
C18:3n-3(%)							
Pasto com supl.	1,46aA	2,00bA	1,73				
Confinamento	0,80aB	0,12bB	0,46	<0,001	0,623	<0,001	31,43
Média (G)	1,13	1,05					
C20:4n-6(%)							
Pasto com supl.	1,65aA	2,01aA	1,83				
Confinamento	1,82aA	0,36bB	1,09	0,002	0,014	<0,001	34,42
Média (G)	1,73	1,18					
C20:5n-3(%)							
Pasto com supl.	0,91aA	1,17aA	1,09				
Confinamento	1,03aA	0,47bB	0,74	<0,001	0,241	<0,001	25,74
Média (G)	0,97	0,81					
C22:5n-3 (%)							
Pasto com supl.	1,11aA	1,34aA	1,22A				
Confinamento	1,21aA	0,94aA	1,07A	0,224	0,855	0,058	26,36
Média (G)	1,16a	1,14a					
C22:6n-3 DHA (%)							
Pasto com supl.	0,24aA	0,40bA	0,32				
Confinamento	0,28aA	0,24aB	0,26	0,007	0,012	<0,001	18,19
Média (G)	0,26	0,32					
TOTAL AGP (%)							
Pasto com supl.	11,95aA	16,70bA	14,32				
Confinamento	15,37aB	12,53bB	13,95	0,246	0,246	<0,001	13,57
Média (G)	13,66	14,61					

¹Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha (horizontal) não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, na coluna (vertical) não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; ²Probabilidade do fator terminação; ³Probabilidade do fator grupo genético; ⁴Probabilidade da interação entre terminação e grupo genético.

Existe afirmação que uma das vias de aparecimento do CLA é a dessaturação, por meio da enzima Δ -9 dessaturase, do ácido *trans*-vacênico³¹. Outra forma de se obter o CLA é pela isomerização do ácido linoleico, por meio da fermentação produzida pela *Butyrivibrio fibrisolvens* no rúmen³⁵.

A maior concentração de CLA e ácido *trans*-vacênico é apontada por Daley et al.⁹ em carnes de ruminantes que foram alimentados a pasto, que está de acordo com o comportamento do presente trabalho e que também pode estar associado ao fato de maior biohidrogenação acontecer em animais que recebem alimentação a pasto.

O ácido linoleico (C18:2n-6) obteve interação significativa entre os fatores e na terminação a pasto com suplementação, os animais Nelore adquiriram maior média em relação aos $\frac{1}{2}$ Angus-Nelore e já em relação aos animais $\frac{1}{2}$ Angus-Nelore maior média foi encontrada na terminação em confinamento. Este mesmo comportamento foi encontrado para o total de ácidos graxos da classe ômega-6 (Tabela 4.5), uma vez que o ácido linoleico é o maior representante dessa classe de ácidos graxos.

A genética e a alimentação fornecida aos animais também influenciam o teor de ácido linoleico, uma vez que podem contribuir para a hidrogenação das duplas ligações dos ácidos graxos insaturados, como mostrado nos trabalhos de Freitas et al.³⁶, que compararam animais Hereford e Braford alimentados a pasto e em confinamento, e encontraram valores de 5,27% e 4,98% para sistemas de terminação em confinamento e a pasto, respectivamente. No trabalho de Abrahão et al.³⁷, carnes de animais terminados em confinamento foram avaliadas quanto ao teor de ácido linoleico e valores de 4,4% e 6,6% foram encontrados para os cruzamentos $\frac{1}{4}$ Nelore vs. $\frac{1}{4}$ Guzerá vs. $\frac{1}{2}$ Red Angus e $\frac{1}{4}$ Nelore vs. $\frac{3}{4}$ Marchigiana, respectivamente. Alfaia et al.³⁸ estudando a raça Alentejana em diversos sistemas de criação encontraram valores que variaram de 10,07% a 12,55%, sendo o menor valor encontrado para sistema combinado de pastagem e confinamento e o maior valor encontrado para pastagem.

O fato de alimentos concentrados conter maior quantidade de C18:2 n-6 pode ter contribuído para a terminação em confinamento originar mais ácido linoleico nos animais $\frac{1}{2}$ Angus-Nelore. Já na terminação a pasto, os animais Nelore podem ter originado carnes com maior quantidade deste ácido graxo devido maior biohidrogenação do C18:3 n-3 e transformação em C18:2 n-6, em relação aos animais $\frac{1}{2}$ Angus-Nelore.

No presente trabalho houve interação entre a genética e o tipo de terminação para o ácido araquidônico ($P < 0,05$). Animais $\frac{1}{2}$ Angus-Nelore terminados em confinamento obtiveram maior média em relação aos Nelore e carne de animais Nelore obtiveram resultados superiores quanto terminados a pasto com suplementação em relação ao confinamento. Valores próximos aos obtidos neste trabalho foram encontrados em carnes de animais de raças portuguesas Alentejana e Barrosã, 2,39% e 2,25% para a raça Alejanta alimentadas com alto e baixo teor de silagem e 1,53% e 1,28% para a raça Barrosã com alto e baixo teor de silagem, respectivamente, obtendo diferença significativa apenas para o tipo de raça utilizada³⁹. Animais de origem *B indicus* e *B taurus* terminados em confinamento obtiveram carnes com 0,12% e 0,17%, respectivamente para o C20:4n-6⁴⁰

e cruzados Nelore e Charolês quantidades de 0,16%; 0,20%; 0,10% e 0,28%, respectivamente, para cruzamentos $\frac{3}{4}$ Charolês, $\frac{3}{4}$ Nelore, $\frac{5}{8}$ Charolês e $\frac{5}{8}$ Nelore⁴¹.

O ácido graxo araquidônico (C20:4n-6) tem grande importância nos primeiros meses de vida de seres humanos, sendo constituinte de estruturas celulares e precursores de mediadores inflamatórios⁴² e está presente em carnes magras, principalmente em animais alimentados a pasto⁴³, e este comportamento foi obtido nos animais Nelore, o que talvez possa estar associado a maior adaptação deste grupo genético em relação a que contém a raça Angus. Já em relação a terminação em confinamento, a carne dos animais $\frac{1}{2}$ Angus-Nelore podem ter obtido maior média, também devido a sua maior adaptação a este tipo de terminação e ao fato do ácido araquidônico ser um ômega-6 e estar presente em maior quantidade em dietas a base de concentrado.

Os dois ácidos graxos essenciais mais importantes de 20 carbonos são: o ácido araquidônico (C20:4n-6, AA), que é formado pela dessaturação e alongamento de ácido linoleico, e ácido eicosapentaenóico (C20:5n-3, EPA), que é formado pela dessaturação e alongamento de ácido α -linolênico, ambos ácidos graxos são formadores de eicosanóides. A carne e o óleo de peixe são as únicas fontes alimentares importantes de C20:4n-6 e C22: 6n-3, respectivamente⁴⁴.

Os eicosanóides provenientes do ácido araquidônico são biologicamente ativos em pequenas concentrações e, se em elevadas quantidades, favorecem a síntese de eicosanóides inflamatórios e contribuem para formação de trombos e ateromas. Logo, deve-se aumentar a ingestão de EPA e, conseqüentemente, diminuir a ingestão de ácido araquidônico, resultando na produção de compostos menos inflamatórios. Quando seres humanos ingerem ácidos graxos n-3, os EPA e DHA provenientes da dieta substituem parcialmente os ácidos graxos n-6, principalmente, o ácido araquidônico nas membranas e células do fígado. Portanto, o metabolismo dos eicosanóides provenientes do ácido araquidônico é alterado, favorecendo a formação de eicosanóides anti-inflamatórios^{45,46}.

Os eicosanóides são compostos por prostaglandinas, leucotrienos, prostaciclina, tromboxanos e derivados dos ácidos graxos hidroxilados e quando as prostaglandinas são derivadas do ácido araquidônico formam as prostaglandinas da série-2 e quando derivadas do EPA formam as da série-3^{47,44}. Processos pró-inflamatórios relacionados a indução de febre e aumento da permeabilidade vascular, de crescimento e proliferação celular e de contração e dilatação das células musculares lisas são proporcionados pela prostaglandina G2. Os produzidos em plaquetas como as prostaglandinas E2 e os tromboxanos A2 exercem função vasoconstritora e estimulam a agregação plaquetária. A

liberação do tromboxano A₂, que é um potente agregante plaquetário e vasoconstutor é feito pela prostaglandina H₂. Já o EPA origina prostaglandinas e tromboxanos que são vasodilatadores e anti-agredadores^{48,49}.

Para pacientes em condições inflamatórias agudas e crônicas, o consumo de ácidos graxos ômega-3 de cadeia longa pode ser benéficos, uma vez que diminuem a produção de eicosanoides inflamatórios pois substituem o ácido araquidônico⁵⁰. A ingestão de n-3 de origem marinha pela população japonesa pode estar inversamente proporcional ao desenvolvimento de câncer em locais próximos ao intestino grosso⁵¹. A ingestão de ácidos graxos ômega-3 de origem marinha pode estar associada com menor risco de mortalidade em pacientes diagnosticados com câncer colorretal⁵².

O consumo de ácidos graxos ômega-3 por pacientes acima de 65 anos está associado a uma melhor cognição global por esses pacientes⁵³. Em diversos trabalhos analisados Colussi et al.⁵⁴ verificaram que os ácidos graxos ômega-3 diminuem a pressão arterial em pacientes hipertensos, mas que estudos recentes não conseguiram confirmar a sua capacidade de diminuir o risco de eventos cardiovasculares, o que pode estar associado a diferentes fontes de ácidos graxos poli-insaturados utilizadas, como a relação aos conteúdos de EPA, DHA e ácidos graxos ômega-6 e seus respectivos precursores, e também a duração das intervenções e diferenças nas populações utilizadas. Uma metanálise realizada entre vários estudos mostra a associação da depressão perinatal com ácidos graxos ômega-3⁵⁵.

Na tentativa de associar o suicídio com o baixo consumo de ácidos graxos ômega-3, os autores Pompili et al.⁵⁶ chegaram à conclusão de que, apesar de vários estudos apontarem essa associação a maioria dos trabalhos não encontraram diferença significativa entre o teor dos n-3 entre pacientes suicidas e os não deprimidos, mas indicaram que a alteração da proporção de poli-insaturados pode ser um fator de risco potencialmente importante para examinar quando se avalia o risco de suicídio, com níveis plasmáticos de ácidos graxos ômega-3, fornecendo dados clínicos adicionais na avaliação de pacientes que estão envolvidos em comportamento suicida.

Houve interação significativa entre os fatores para o ácido graxo linolênico ($P < 0,05$). A maior média foi encontrada para a genética Nelore terminada a pasto com suplementação em relação ao confinamento e para a carne de animais $\frac{1}{2}$ Angus-Nelore em confinamento em relação a de Nelore em confinamento. Alguns trabalhos^{10,57,58} também apontam a alimentação a pasto como fornecedora de um maior teor de C18:3n-3 na carne de bovinos.

Ao se avaliar o teor de C18:3n-3 em animais Nelores e Angus terminados a pasto, Rossato et al.¹⁰ encontraram teores de 1,45% e 0,89%, respectivamente para carnes destes animais, sugerindo que animais Nelore podem contribuir para maiores quantidades de ácidos graxos poli-insaturados ou fazerem menor biohidrogenação destes. Mendes⁵⁷ analisou a quantidade de ácido linolênico em animais mestiços alimentados a pasto com oferta de diferentes níveis de suplementação proteica e concluiu que o aumento no nível de suplementação diminuiu o teor de ácidos graxos n-3 na carne dos animais mestiços. Ao analisar a carne de animais da raça Simental alimentados a pasto e em confinamento, Nuernberg et al.⁴⁶ verificaram teores de 0,46% e 2,22% para o ácido C18:3n-3 nas carnes de animais que receberam dietas de confinamento e pastagem, respectivamente.

Ao investigar os fatores que contribuem para a biohidrogenação ruminal foram conduzidas análises de digestão de ácidos graxos em ruminantes e segundo Glasser et al. (2008)⁵⁹, os maiores fatores que influenciaram a biohidrogenação foram o pH ruminal, relação volumoso:concentrado, nível de consumo e suplementação com óleo de peixe. Estes autores encontraram que, uma alta proporção de forragem na dieta teve efeito negativo nos fluxos de 18:2n-6 e 18:3n-3 para o duodeno, sugerindo aumento da biohidrogenação. Altos níveis de ingestão de 18:3n-3 presente no óleo de peixe, contribuiu para a permanência de 18:3n-3 e *trans*-18:1, diminuindo a proporção de C18:0, no total dos fluxos duodenais. Como no presente trabalho, o maior nível de ácido linolênico foi encontrado na terminação que continha pasto (tanto para animais ½ Angus-Nelore quanto para os animais Nelore), o que pode ter acontecido foi que, mesmo com a maior taxa de hidrogenação podendo ter acontecido nesta dieta, a superioridade deste n-3 na alimentação consumida permitiu que os teores de ácido linolênico permanecessem mais altos para dietas que continham pasto.

No presente trabalho a interação entre os fatores estudados foram significativamente diferentes ($P < 0,05$) para os ácidos EPA e DHA. Já para o DPA não houve diferença significativa para nenhum dos fatores ($P > 0,05$). Assim como para o ácido linolênico, o DHA também foi maior na raça Nelore terminada a pasto com suplementação em relação aos alimentados em confinamento, o que está de acordo com os trabalhos apresentados a seguir. A média também foi maior para os animais ½ Angus-Nelore em relação aos Nelore quando terminados em confinamento.

No trabalho de Nuernberg et al.⁵⁸ foram analisados os ácidos graxos ômega-3, eicosapentaenoico (C20:5n-3 - EPA), docosapentaenoico (C22:5n-3 - DPA) e docosahexaenoico (C22:6n-3 - DHA). Para o EPA os autores encontraram valores de

0,08% e 0,94%; para o DPA teores de 0,29% e 1,32% e para o DHA 0,05% e 0,17%, respectivamente para alimentação em confinamento e a pasto. Carne de animais da raça portuguesa Alentejana, submetidos a diferentes terminações tiveram para o ácido EPA valores de 0,47%; 0,77%; 1,28% e 2,13%; para o ácido DPA 0,91%; 1,04%; 1,48% e 2,56% e para o DHA valores de 0,11%; 0,12%; 0,14% e 0,20% respectivamente, para as terminações em confinamento com alto teor de concentrado, 15 meses de pastagem + 4 meses de confinamento, 15 meses de pastagem + 2 meses de confinamento e 15 meses de pastagem sem confinamento³⁸.

Houve interação significativa para o total de ácidos graxos da classe ômega-6, ômega-3 e relação entre ômega-6:ômega-3 (Tabela 4.5).

TABELA 4.5 – Médias¹ do total das classes ômega-3 e ômega-6 dos ácidos graxos presentes nas carnes de animais ½Angus-Nelore e Nelores terminados a pasto com suplementação e em confinamento

Tipo terminação (T)	Genética (G)		Média (T)	Probabilidades			CV(%)
	½ Angus-Nelore	Nelore		T ²	G ³	TxG ⁴	
n-6							
Pasto com supl.	8,23aA	11,79bA	10,01				
Confinamento	12,05aB	10,76aA	11,40	0,01	0,03	<0,001	12,66
Média (G)	10,14	11,27	-				
n-3							
Pasto com supl.	3,72aA	4,91aA	4,31				
Confinamento	3,32aA	1,77bB	2,54	<0,001	0,38	0,001	28,01
Média (G)	3,52	3,34	-				
n-6/n-3							
Pasto com supl.	2,21aA	2,40aA	2,31				
Confinamento	3,63aB	6,08bB	4,85	<0,001	0,002	0,026	30,40
Média (G)	2,88	4,24	-				

¹Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha (horizontal) não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, na coluna (vertical) não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; ²Probabilidade do fator terminação; ³Probabilidade do fator grupo genético; ⁴Probabilidade da interação entre terminação e grupo genético.

No presente trabalho as médias da proporção n-6/n-3 foi bem menor na terminação a pasto com suplementação, sem diferença entre as raças em relação a alimentação em confinamento. No confinamento, os animais ½ Angus-Nelore obtiveram menor teor desta proporção em relação aos Nelore. O recomendado para a dieta humana é que o consumo seja de somente de 3,59 vezes mais ômega-6 em relação ao ômega-3⁹. Segundo a revisão feita pelos mesmos autores, as médias da relação n-6/n-3 das carnes dos estudos que foram citados por eles variaram de 1,53 e 7,65 para animais alimentados a pasto e animais alimentados com grãos, respectivamente. Rossato et al. (2010)¹⁰ encontraram menor valor da relação n-6/n-3 para animais Nelore (1,58) em comparação ao Angus (1,88), ambos

alimentados a pasto, que apesar de ter encontrado diferença entre os valores indicam que ambas raças obtiveram resultados adequados, visto que o valor recomendado para esta relação é de até 4,0. Sendo assim, a raça Nelore alimentada em confinamento, no presente estudo, obteve média maior que a recomendada pelos autores acima.

Considerando que para a proporção n-6/n-3 e para o total de n-3 não houve diferença significativa entre as raças quando os animais foram terminados a pasto com suplementação e que somente para o total de n-6, os ½ Angus-nelore obtiveram menor teor deste total em relação aos Nelore pode-se apontar a carne dos animais ½ Angus-Nelore terminados a pasto com suplementação como melhor relação n-6/n-3.

Alguns ácidos graxos foram correlacionados com a espessura de gordura subcutânea, apresentada no capítulo 2, e foi verificado que houve correlação positiva com o ácido graxo C14:0 (0,50; $P < 0,01$), C18:2 n-6 (0,45; $P < 0,05$) e com a relação n-6:n-3 (0,70; $P < 0,01$). Já para o C18:0 (-0,46; $P < 0,05$), C20:4 n-6 (-0,63; $p < 0,01$), C18:3 n-3 (-0,75; $p < 0,01$) e total de n-3 (-0,63; $p < 0,01$) a correlação com a EGS foi negativa.

O animal Nelore quando terminado em confinamento gerou maior EGS como também maior teor de ácido mirístico em sua carne, em relação ao ½ Angus-Nelore terminado em confinamento e ao Nelore terminado a pasto com suplementação. Esta correlação entre EGS e C14:0 pode estar associada a aproximação das carcaças dos Nelore terminados em confinamento, a sua maturidade, com maior EGS, favorecendo maior acúmulo de ácido mirístico. Bressan et al¹⁸ relataram que a alimentação em confinamento gerou maior teor de ácido mirístico na carne de bovinos devido ao maior teor de energia encontrado na dieta.

Para o C18:2 n-6, que é um ácido graxo obtido apenas pela dieta⁶⁰ e encontra-se em maior quantidade na alimentação a base de concentrado, verifica-se que, a relação existente entre C18:2 n-6 e EGS pode ser explicada pela terminação em confinamento, que gera maior porcentagem de gordura na carne e conseqüentemente maior acúmulo de ácido linoleico ou pelo maior tempo de permanência do Nelore na fase de terminação, em relação ao ½ Angus-Nelore.

A correlação entre EGS e n-6/n-3 também foi positiva pois, o ácido linoleico é o maior representante da classe dos n-6, e este se encontra como numerador na fração da relação n-6/n-3.

Como o ácido araquidônico é formado pela elongação e dessaturação do ácido linoleico⁴⁴, a correlação negativa existente entre o C22:5 n-6 e a EGS pode estar associada a quantidade de ácido linoleico, uma vez que maior quantidade de C18:2 n-6 pode indicar

pouca elongação e dessaturação deste ácido graxo para formar o ácido araquidônico, quando houve uma maior deposição de gordura subcutânea.

O ácido esteárico, que pode ser obtido por meio da biohidrogenação dos ácidos C18:3 n-3 e C18:2 n-6²⁵, pode ter obtido correlação negativa com a EGS devido a terminação em confinamento originar maior teor de gordura e essa mesma terminação diminuir a atividade dos microrganismos responsáveis pela biohidrogenação, em relação a terminação a pasto²⁸. Logo, a menor biohidrogenação do C18:2 n-6 que pode ter acontecido, ocasionou menor quantidade de C18:0 nestes tratamentos.

A correlação entre a EGS e o ácido linolênico foi negativa. As concentrações de ácidos graxos poli-insaturados tendem a ser elevadas dentro dos fosfolípides, mas à medida que o animal envelhece, os ácidos graxos saturados aumentam, com o aumento da gordura intramuscular. Em média, a composição da gordura intramuscular consiste em 45-48% de saturados, 35-45% de monoinsaturados e cerca de 5% em poli-insaturados^{8,34}. Como a gordura intramuscular possui correlação positiva com a espessura de gordura subcutânea, o aumento do teor de ácidos graxos saturados e a diminuição dos poli-insaturados, como o aumento da EGS também podem ser verificados.

4. CONCLUSÃO

A carne oriunda da interação entre a raça Nelore e terminação a pasto com suplementação se destacou em alguns dos ácidos graxos ômega-3 mais importantes, C18:3n-3 e DHA, como também no total de ácidos graxos poli-insaturados, em relação a interação ½ Angus-Nelore e pasto e entre a Nelore quando terminado em confinamento, mas a interação entre animais ½ Angus-Nelore x pasto com suplementação originou carne com menor teor de ômega-6 quando comparado aos Nelore x pasto com suplementação, que é um fator importante na relação n-6/n-3. Já a interação entre a raça Nelore e a terminação em confinamento ocasionou maiores teores dos ácidos graxos saturados C14:0, C15:0 e C17:0, além da maior relação n-6/n-3, como também menor valor para os ácidos graxos ômega-3, em relação a combinação Nelore x pasto com suplementação, gerando carne menos saudável.

O tipo de terminação influenciou nos teores dos ácidos graxos isômeros do ácido oleico, em que a terminação a pasto gerou maior teor do ácido *trans*-vacênico que é precursor do CLA, enquanto o confinamento aumentou a quantidade do isômero C18:1*trans*-10, apontado como prejudicial a saúde.

5. REFERÊNCIAS

1. Vêras ASC, Valdares Filho SC, Silva JFC, Paulino MF, Cecon PR, Valadares RFD, Ferreira MA, Silva CM, Silva BC. Predição da Composição Química Corporal de Bovinos Nelore e F1 Simental x Nelore a partir da Composição Química da Seção Hankins e Howe (Seção HH). Rev Bras Zootec. 2001;30(3):1112-19 (Suplemento 1).
2. Eriksson SF, Pickova J. Fatty acids and tocoferol levels in M. *Longissimus dorsi* of beef cattle in Sweden: A comparison between seasonal diets. Meat Sci. 2007;76(4):746-54.
Doi:10.1016/j.meatsci.2007.02.021.
3. Scollan N, Hocquette JF, Nuernberg K, Dannenberger D, Richardson I, Moloney A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. Meat Sci. 2006;74(1):17-33.
Doi:10.1016/j.meatsci.2006.05.002.
4. Lottenberg AMP. Importância da gordura alimentar na prevenção e no controle de distúrbios metabólicos e da doença cardiovascular. Arq Bras Endocrinol Metabol. 2009;53(5):595-607.
Doi:10.1590/S0004-27302009000500012
5. Lira GM, Mancini Filho J, Sant'ana LS, Torres RP, Oliveira AC, Omena CMB, Silva Neta ML. Perfil de ácidos graxos, composição centesimal e valor calórico de moluscos crus e cozidos com leite de coco da cidade de Maceió-Al. Rev Bras Cienc Farm. 2004;40(4):529-37.
Doi:10.1590/S1516-93322004000400010
6. Lima Júnior DM, Rangel AHN, Urbano AS, Maciel MV, Amaro LPA. Alguns aspectos qualitativos da carne bovina: uma revisão. Acta Vet Bras. 2011; 5(4):351-58.
7. Smith SB, Gill CA, Lunt DK, Brooks MA. Regulation of Fat and Fatty Acid Composition in Beef Cattle. Frenc, 2009;22(9):1225-33.
8. Scollan ND, Choi NJ, Kurt E, Fisher AV, Enser M, Wood JD. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. Br J Nutr. 2001;85(1):115-24.
9. Daley CA, Abbott A, Doyle PS, Nader GA, Larson S. A review of fatty acid profiles and antioxidante content in grass-fed and grain-fed beef. Nutr J. 2010;9(10):1-12.
Doi:10.1186/1475-2891-9-10
10. Rossato LV, Bressan MC, Rodrigues EC, Gama LT, Bessa RJB, Alves SPA. Parâmetros físico-químicos e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Angus e Nelore terminados em pastagem. Rev Bras Zootec. 2010;39(5):1127-34. Doi:10.1590/S1516-35982010000500025.
11. Lopes LM, Ladeira MM, Machado Neto OR, Ramos EM, Paulino VR, Chizzottil ML, Guerreira MC. Composição química e de ácidos graxos do músculo longissimus dorsi e

da gordura subcutânea de tourinhos Red Norte e Nelore. R Bras Zootec. 2012;41(4):978-85.

12. Hartman L, Lago RCA. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. Lab Pract. 1973;22(6):475-6.

13. Joseph JD, Ackman RG. Capillary column gas chromatography method for analysis of encapsulated fish oil and fish oil ethyl esters: collaborative study. J AOAC Intern. 1992;75(3):488-506.

14. R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>. 2015.

15. Hautrive TP, Marques AC, Kubota EH. Avaliação da composição centesimal, Colesterol e perfil de ácidos graxos de cortes cárneos comerciais de avestruz, suíno, bovino e frango. Alim Nutr. 2012;23(2):327-34.

16. St. John LC, Lunt DK, Smith SB. Fatty acid elongation and desaturation enzyme activities of bovine liver and subcutaneous adipose tissue microsomes. J. Anim. Sci. 1991;69(3):1064-73.

17. Huerta-Leidenz NO, Cross HR, Savell JW, Lunt DK, Baker JF, Pelton LS, Smith SB. Comparison of the fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue from mature Brahman and Hereford cows. J. Anim. Sci. 1993;71(3):625-30.

18. Bressan MC, Rossato LV, Rodrigues EC, Alves SP, Bessa RJB, Ramos EM, Gama LT. Genotype × environment interactions for fatty acid profiles in *Bos indicus* and *Bos taurus* finished on pasture or grain. J Anim Sci. 2011;89(1):221-32
Doi:10.2527/jas.2009-2672

19. Nelson DL, Cox MM. Princípios de Bioquímica de Lehninger. 5a ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

20. Silva RM, Restle J, Missio RL, Lage ME, Pacheco PS, Bilego UO, Pádua JT, Fausto DA. Perfil de ácidos graxos da carne de novilhos europeus e zebuínos alimentados com milho. Pesq Agropec Bras. 2014;49(1):63-70.

21. Christie WW. The effects of diet and other factors on the lipid composition of ruminant tissues and milk. Prog Lipid Res. 1979; 17:245-77.

22. Grundy SM, Denke MA. Dietary influences on serum lipids and lipoproteins. J Lipid Res. 1990; 31(7):1149-72.

23. Maia MRG, Chaudhary LC, Figueres L, Wallace RJ. Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen. Anton Leeuw. 2007;91(4):303-14.

24. Maia MRG, Chaudhary LC, Bestwick CS, Richardson AJ, Mckain N, Larson TR, Graham IA, Wallace RJ. Toxicity of unsaturated fatty acids to the biohydrogenating ruminal bacterium, *Butyrivibrio fibrisolvens*. BMC Microbiol. 2010; 10(52):1-10. Doi: 10.1186/1471-2180-10-52.
25. Holanda MAC, Holanda MCR, Mendonça Júnior AF. Suplementação dietética de lipídios na concentração de ácido linoleico conjugado na gordura do leite. Acta Vet Brasilica. 2011;5(3):221-29.
26. Kim EJ, Huws SA, Lee MRF, Scollan ND. Dietary Transformation of Lipid in the Rumen Microbial Ecosystem. J Anim Sci. 2009;22(9):1341-50. Doi:<http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2009.r.11>
27. Lourenço M, Ramos-Morales E, Wallace RJ. The role of microbes in rumen lipolysis and biohydrogenation and their manipulation. Anim. 2010;4(7):1008–23. Doi: 10.1017/S175173111000042X.
28. Demeyer D., Doreau M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. Proc Nutr Soc. 199;58(3): 593-607.
29. Elswyk MEV, McNeill SH. Impact of grass/forage feeding versus grain finish in gonbeef nutrients and sensory quality: The U.S. experience. Meat Sci.2014;96(1):535-40. Doi: 10.1016/j.meatsci.2013.08.010.
30. Menezes LFG, Restle J, Kozloski GV, Brondani IL, Arboitte MZ, Silveira MF, Nomberg JL. Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos superjovens da raça Devon, terminados sob diferentes sistemas de alimentação. Semina. 2014; 35(6):3273-86. Doi:10.5433/1679-0359.2014v35n6p3273
31. Griinari JM, Bauman DE. Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. In: Yurawecz MP, Mossoba MM, Kramer JQJ, Pariza MW, Nelson GJ, editors. Advances in Conjugated Linoleic Acid Research., Champaign: AOCS Press; 1999. p.180-200.
32. Bauchart D, Roy A, Lorenz S, Chardigny JM, Ferlay A, Gruffat D, Sébedio JL, Chilliard Y, Durand D. Butters Varying in trans 18:1 and cis-9,trans-11 Conjugated Linoleic Acid Modify Plasma Lipoproteins in the Hypercholesterolemic Rabbit. Lipids. 2007;42(2):123-33. Doi:10.1007/s11745-006-3018-0
33. Roy A, Chardigny JM, Bauchart D, Ferlay A, Lorenz S, Durand D, Gruffat D, Faulconnier Y, Sébedio JL, Chilliard Y. Butters rich either in trans-10-C18:1 or in trans-11-C18:1 plus cis-9, trans-11 CLA differentially affect plasma lipids and aortic fatty streak in experimental atherosclerosis in rabbits. Animal. 2007;1(3):467-76. Doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S175173110770530X>
34. De Smet S, Raes K, Demeyer D. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. Anim Res. 2004; 53(2):81-98. Doi: 10.1051/animres:2004003

35. Jenkins TC, Wallace RJ, Moate PJ, Mosley EE. Board-Invited REVIEW: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. *J of Anim Sci.* 2008;86(2):397-412.
36. Freitas AK, Lobato JFP, Cardoso LL, Tarouco JU, Vieira RM, Dillenburg DR, Castro I. Nutritional composition of the meat of Hereford and Braford steers finished on pastures or in a feedlot in Southern Brazil. *Meat Sci.* 2014;96(1):353-60.
Doi:10.1016/j.meatsci.2013.07.021.
37. Abrahão JJS, Marques JÁ, Macedo LM, Prado JM, Visantainer JV, Prado IN. Composição química e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de bovinos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. *Acta Sci Anim Sci.* 2008;30(4):443-49.
Doi:10.4025/actascianimsci.v30i4.465
38. Alfaia CPM, Alves SP, Martins SIV, Costa ASH, Fontes CMGA, Lemos JPC, Bessa RJB, Prates JAM. Effect of the feeding system on intramuscular fatty acids and conjugated linoleic acid isomers of beef cattle, with emphasis on their nutritional value and discriminatory ability. *Food Chem.* 2009;114(3):939-46.
Doi:10.1016/j.foodchem.2008.10.041
39. Costa ASH, Pires VMR, Fontes CMGA, Prates JAM. Expression of genes controlling fat deposition in two genetically diverse beef cattle breeds fed high or low silage diets. *BMC Vet Res.* 2013;17:9-118.
Doi: 10.1186/1746-6148-9-118
40. Rossato LV, Bressa MC, Rodrigues EC, Carolino MIACM, Bessa RJB, Alves SPP. Composição lipídica de carne bovina de grupos genéticos taurinos e zebuínos terminados em confinamento. *R Bras Zootec.* 2009;38(9):1841-46.
Doi:10.1590/S1516-35982009000900029
41. Metz PAM, Menezes LFG, Santos APS, Brondani IL, Restle J, Lanna DPD. Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos de diferentes idades e grupos genéticos terminados em confinamento. *R Bras Zootec.* 2009;38(3):523-31.
42. Schmeits, B.L.; Cook, J.A.; Vanderjagt, D.J.; Magnussen, M.A.; Bhatt, S.K.; Bobik, E.G.; Huang, Y.S.; Glew, R.H. Fatty acid composition of the milk lipids of women in Nepal. *Nutres.* 1999;19(9):1339-48.
43. Wood JD, Enser M, Fisher AV, Nute GR, Sheard PR, Richardson RI, Hughes, SI, Whittington FM. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Sci.* 2008;78(4):343-358.
Doi:10.1016/j.meatsci.2007.07.019
44. Smith WL. Nutritionally essential fatty acids and biological indispensable cyclooxygenases. *Trends Bioch Sci.* 2007;33(1):27-37.
45. Uauy, R.; Valenzuela, A. Marine oils: the health benefits of n-3 fatty acids. *Nutrition.* 2000;16(7-8):680-684.

46. Surette ME. The science behind dietary omega-3 fatty acids. *Can. Med. Assoc. J.* 2008;178(2):177-180.
47. König D, Berg AC, Weinstock C, Keul J, Northoff H. Essential Fatty Acids, Immune Function and Exercise. *Exerc Immunol Rev.* 1997;3:1-31.
48. Ratnayake WMN, GALLI C. “Fat and fatty acid terminology, methods of analysis and fat digestion and metabolism: a background review paper”. *Ann Nutr Metab.* 2009;55(1–3):8-43.
49. Oliveira GMM. Antiagregantes plaquetários: Artio de revisão. *SOCERJ.* 2001;XIV(1):21-7.
50. Calder PC. Polyunsaturated fatty acids and inflammation. *Biochem Soc Trans.* 2005;33(2):423-7.
51. Sasazuki S, Inoue M, Iwasaki M, Sawada N, Shimazu T, Yamaji T, Takachi R, Tsugane S. Intake of n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids and development of colorectal cancer by subsite: Japan Public Health Center–based prospective study. *Int J Cancer.* 2011;129(7):1718-29.
Doi: 10.1002/ijc.25802. Epub 2011 Apr 1.
52. Song M, Zhang X, Meyerhardt JA, Giovannucci EL, Ogino S, Fuchs SC, Chan AT. Marine ω -3 polyunsaturated fatty acid intake and survival after colorectal cancer diagnosis. *J Natl Cancer Inst.* 2015;107(4):1-7
Doi: 10.1093/jnci/djv007. Print 2015 Apr.
53. Masana MF, Koyanagi A, Haro JM, Tyrovolas S. n-3 Fatty acids, Mediterranean diet and cognitive function in normal aging: A systematic review. *Exp Gerontol.* 2017;14(91):39-50.
Doi: 10.1016/j.exger.2017.02.008.
54. Colussi G, Catena C, Novello M, Bertin N, Sechi LA. Impact of omega-3 polyunsaturated fatty acids on vascular function and blood pressure: Relevance for cardiovascular outcomes. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2017;27(3):191-200.
Doi: 10.1016/j.numecd.2016.07.011.
55. Lin PY, ChangCH, Chong MFF, Chen H, Su KP. Polyunsaturated Fatty Acids in Perinatal Depression: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Biol Psychiatry.* 2017; Article in Press.
Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biopsych.2017.02.1182>.
56. Pompili M, Longo L, Dominici G, Serafini G, Lamis DA, Sarris G, Amore M, Girardi P. Polyunsaturated fatty acids and suicide risk in mood disorders: A systematic review. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry.* 2017;6(74):43-56.
Doi: 10.1016/j.pnpbp.2016.11.007
57. Mendes FBL. Níveis de suplementação em dietas de novilhos terminados em pastagens [Tese]. Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia; 2013.

58. Nuernberg K, Dannenberger D, Nuernberg G, Ender K, Voigt J, Scollan ND, Wood JD, Nute GR, Richardson RI. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of *longissimus* muscle in different cattle breeds. *Livest Prod Sci.* 2005;94(1-2):137-47.
Doi:10.1016/j.livprodsci.2004.11.036
59. Glasser FR, Schmidely D, Sauvant MD. Digestion of fatty acids in ruminants: a meta-analysis of flows and variation factors: 2. C18 fatty acids. *Anim.* 2008;2(5):691-704.
Doi:10.1017/S1751731108001717
60. Lopes LS, Ladeira MM, Machado Neto OR, Paulinho PVR, Chizzotti ML, Ramos EM, Oliveira DM. Características de carcaça e cortes comerciais de tourinhos Red Norte e Nelore terminados em confinamento. *R Bras Zootec.* 2012;41(4):970-77.

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A genética e o tipo de terminação utilizada na alimentação animal interferem na qualidade físico-química da carne bovina. No que se refere a composição centesimal, pôde-se verificar que somente os teores de proteína e gordura variaram com os fatores estudados. Maior quantidade de proteína foi gerada pela combinação entre animais ½ Angus-Nelore e a terminação em confinamento e em animais Nelore enquanto terminados a pasto. Já o teor de gordura prevaleceu na carne de animais confinados e de raça Nelore, de forma isolada.

A maioria dos ácidos graxos saturados, incluindo o mirístico, esteve em maior quantidade no tratamento que utilizou a raça Nelore combinada com a terminação em confinamento, em relação ao Nelore terminado a pasto com suplementação. Nos monoinsaturados, a atenção foi para os isômeros do ácido oleico, C18:1t-10 e C18:1t11 cujos maiores valores foram encontrados nas carnes de animais alimentados em confinamento e a pasto com suplementação, respectivamente. E para os poli-insaturados, o tratamento que utilizou animais Nelore terminados a pasto com suplementação, incluindo os ácidos linolênico e DHA, obteve vantagem, frente aos que utilizaram Nelore em confinamento e ½ Angus-Nelore a pasto com suplementação.

A raça Nelore quando terminada a pasto com suplementação, produziu carne com maior teor de ácido graxos importantes da classe ômega-3, mas o tratamento que utilizou animais ½ Angus-Nelore terminados a pasto com suplementação produziu carne com menor teor de ácidos graxos ômega-6, o que é muito importante para a relação n-6/n-3. Apesar do confinamento reduzir o tempo de abate dos animais, o aumento de ácidos graxos de origem saturada, como o ácido mirístico, não torna os tratamentos que utilizam este tipo de terminação apropriados para geração de carne saudável. E a utilização do cruzamento quando os animais são terminados a pasto com suplementação, diminuiu o teor de ômega-6, que pode ser considerada uma característica importante visto que, apesar de ser um ácido graxo essencial, quando consumidos em excesso estão relacionados com processos inflamatórios e funções plaquetárias.

Outra observação importante, que deve ser ressaltada, é que a alimentação a pasto com suplementação produz maior quantidade de vitamina E, alguns minerais e ácido *trans*-vacênico, independente da raça utilizada, o que mais uma vez, reforça que a carne de animais alimentados a pasto são mais saudáveis em relação aos alimentados em confinamento.

A espessura de gordura subcutânea que aumentou com o teor de lipídeos da carne e com ácidos graxos considerados hipercolesterolêmicos, pode indicar que o aumento da gordura na carcaça de bovinos contribui para malefícios a saúde do consumidor, uma vez que aumenta a classe de ácidos graxos saturados, capazes de elevar as lipoproteínas de baixa densidade e consequentemente o transporte do colesterol para os tecidos. E este mesmo aumento no teor de gordura diminuiu ácidos graxos importantes da classe ômega-3, que estão relacionados a diversos benefícios a saúde humana.

Este comportamento tem levado o mercado externo a exigir carne com menor teor de gordura e a terminação a pasto se destacou para este resultado requerido para exportação. Tanto a combinação entre animais Nelore e terminados a pasto quanto a ½ Angus-Nelore e terminados a pasto, ambos com suplementação também atendem as exigências no que se refere a carne mais saudável.

Futuras pesquisas podem utilizar como suplementação a pasto, alimentos com maior teor de ômega-3 e que sejam economicamente viáveis, combinados com os alimentos protéico-energéticos utilizados neste experimento, visando aumentar o valor nutricional da carne, bem como a manutenção dos teores de vitamina E e minerais encontrados, sem prejudicar no tempo de abate.

Anexo 1

