



**COMPOSIÇÃO LIPÍDICA DA CARNE DE NOVILHOS  
CASTRADOS E NÃO CASTRADOS ALIMENTADOS COM  
DIETAS DE ALTO GRÃO**

**ANA CLÁUDIA MAIA SOARES**

**2020**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

*Área de concentração: Produção de ruminantes*

**COMPOSIÇÃO LIPÍDICA DA CARNE DE NOVILHOS CASTRADOS E NÃO  
CASTRADOS ALIMENTADOS COM DIETAS DE ALTO GRÃO**

Autor: Ana Cláudia Maia Soares

Orientador: Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira

ITAPETINGA  
BAHIA – BRASIL  
Fevereiro de 2020

**ANA CLÁUDIA MAIA SOARES**

**COMPOSIÇÃO LIPÍDICA DA CARNE DE NOVILHOS CASTRADOS E NÃO  
CASTRADOS ALIMENTADOS COM DIETAS DE ALTO GRÃO**

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira

Co-orientador: Prof. Dr. Flaviano Oliveira Silvério

ITAPETINGA  
BAHIA – BRASIL  
Fevereiro de 2020

636.232  
S652c

Soares, Ana Cláudia Maia.

Composição lipídica da carne de novilhos castrados e não castrados alimentados com dietas de alto grão. / Ana Cláudia Maia Soares. – Itapetinga-BA: UESB, 2020.

86f.

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação do Prof. D.Sc. Fábio Andrade de Teixeira e coorientação do Prof. D.Sc. Flaviano Oliveira Silvério.

1. Novilhos – Carne - Composição. 2. Carne – *Longissimus dorsi* - Ácidos graxos. 3. Novilhos - Imunocastração – Alimentação - Colesterol. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Teixeira, Fábio Andrade de. III. Silvério, Flaviano Oliveira. IV. Título.

**CDD(21): 636.085**

Catálogo na Fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB 535-5ª Região  
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Novilhos – Carne - Composição
2. Carne – *Longissimus dorsi* - Ácidos graxos
3. Novilhos - Imunocastração – Alimentação - Colesterol

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA  
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: "Composição lipídica da carne de novilhos castrados e não castrados alimentados com dietas de alto grão."

**Autor (a):** Ana Cláudia Maia Soares

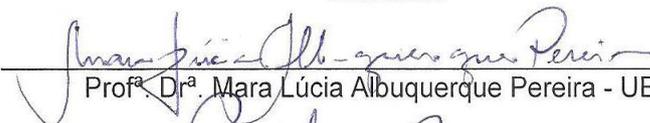
**Orientador (a):** Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira

**Co-orientador (a):** Prof. Dr. Flaviano Oliveira Silverio

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:



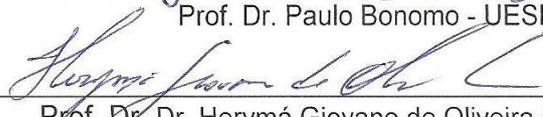
Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira – UESB  
Orientador



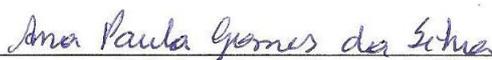
Prof. Dr. Mara Lúcia Albuquerque Pereira - UESB



Prof. Dr. Paulo Bonomo - UESB



Prof. Dr. Herymá Giovane de Oliveira Silva - UESB



Dr. Ana Paula Gomes da Silva

Data de realização: 17 de fevereiro de 2020.

*Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina...”*

*(Cora Coralina)*

A Deus, pelo dom da vida e pela oportunidade de chegar até aqui

Ao meu pai e à minha mãe, que foram meu alicerce e amparo

Às minhas irmãs, pelo estímulo

Ao meu namorado, pelo apoio

E aos mestres, pelos ensinamentos

...

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele eu não teria fé e força para traçar meu caminho...

Aos meus amáveis e eternos pais, Cláudio e Wanilde, pois minha formação como profissional não poderia ter sido concretizada sem a ajuda deles.

Às minhas irmãs, Nayara e Maria Clara, pela amizade e pelos momentos de alegria.

Aos meus tios pela confiança, generosidade, apoio e incentivo, em especial à Dadinha, pelo exemplo de pessoa, pela força de vontade e pelas belas palavras.

Aos meus avós, Domingos (*in memoriam*) e Aracy (*in memoriam*) que deixaram em suas existências o exemplo.

Aos meus avós, Raimundo e Joana, pelo carinho, pelas curiosidades e pela ajuda.

Aos meus primos, Anna Maria, Rita e Luiz Miguel, que mesmo a distância estiveram presentes torcendo por mim e desejando-me o melhor.

Ao meu afilhado Alberto, e ao Samuel pelos momentos únicos, sempre me proporcionando alegria e disposição para continuar.

A meu namorado Philipe com todo meu amor, pelo companheirismo, amizade e paciência.

À minha sogra Marina, pelo apoio.

Enfim, a todos os meus familiares...

Em especial, meu eterno agradecimento à Prof<sup>a</sup> Mara e família, pelo apoio, confiança, paciência, oportunidade de aprendizado e pelas palavras sábias de carinho.

Ao Prof. Ronaldo e todo setor de avicultura, em especial a Regi, pela atenção, carinho e por permitir que aquele local me trouxesse tranquilidade em momentos de saudade e batalha interior.

Ao Prof. Fábio e à Fabiana agradeço pelas palavras de carinho, disposição e pela oportunidade de trabalharmos juntos em busca de ensinamentos e descobertas.

Agradeço ao Prof. Fabiano e ao seu orientando Maurício pela oportunidade no desenvolvimento do trabalho.

Agradeço ao Prof. Robério, por instigar meu aprendizado mostrando que eu posso ir além.

Agradeço ao Prof. Flaviano e à Prof<sup>a</sup> Gevany, pela confiança e apoio no momento mais necessário dessa caminhada, proporcionando o desenvolvimento dessa pesquisa e com palavras mansas e sábias me fizeram enxergar que estou no caminho certo.

Ao Prof. Eduardo, pelo enorme carinho mesmo a distância e por me mostrar que com fé e crença em Deus podemos ir muito longe.

Ao Prof. Paulo Bonomo, pela paciência, ensinamentos e pela disposição.

Ao Prof. Herymá, pelos ensinamentos e oportunidades de aprendizado ao longo do doutorado.

Agradeço a Daniel, Kelly, Ana Paula e Renata por estarem presentes nessa caminhada, sendo companheiros e conselheiros.

Agradeço, em especial, a George, Betânia e João; Larisse e Dona Rita; Eliseu e Hélio, por se tornarem a minha família baiana, levarei vocês em meu coração.

A Raquel e Roberta, por serem tão solícitas e por fazerem companhia nas minhas manhãs e tarde na PPZ.

Em especial ao Laboratório de Agroquímica da UFMG, em nome de Ane, Érica, Marta, João, Lázaro, Maria Clara e Gliciane, por todo apoio, ensinamento e amizade construída.

À Franciellen pela amizade, conselhos, apoio e incentivo à pesquisa.

Agradeço à Lais e Ana Cássia, pelo nosso um ano de convívio na Bahia, obrigada pela amizade e companheirismo.

Agradeço a Evely, por um ano de convivência nessa caminhada.

Agradeço à Carol, Camille, Leone, Túlio, Karine, Joane, Abdias, Claudinha, Jéssica, Ed, Fernando, Messulan, Abias, Pedro e Clayton por estarem presentes nessa caminhada.

Ao Laboratório de Fisiologia Animal – LAFA e toda sua equipe.

Agradeço toda a equipe do Labmesq, em especial, a Aroldo, Jansen e Ana Paula.

Agradeço à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, pela oportunidade em desenvolver o doutorado. A Universidade Federal de Minas Gerais, em especial, ao laboratório de Bromatologia e Agroquímica pela realização da pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo apoio financeiro por meio da concessão da bolsa de estudos.

Finalmente agradeço, ainda, a todos que não estão aqui diretamente referidos, mas que me apoiaram e contribuíram de alguma forma em minha formação profissional e pessoal.

## BIOGRAFIA

ANA CLÁUDIA MAIA SOARES, filha de Cláudio Soares Pereira e Wanilde Maria Maia Soares, natural de Montes Claros-MG, nasceu em 23 de julho de 1988. Em março de 2008 ingressou na Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES no curso de graduação em Ciências Biológicas Licenciatura e em dezembro de 2011 obteve o título de Licenciada em Ciências Biológicas. Em março de 2009 ingressou na Universidade Federal de Minas Gerais/Instituto de Ciências Agrárias, em Montes Claros – MG e em janeiro de 2014 recebeu o título de Bacharel em Zootecnia. Em março de 2014, iniciou o Programa de Pós Graduação em nível de Mestrado na área de Produção Animal com ênfase em Zootecnia, pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Sua pesquisa foi direcionada a avaliação dos parâmetros sanguíneos de bezerras leiteiras submetidas a diferentes sistemas de aleitamento. Em outubro de 2015, recebeu o título de Mestre em Produção Animal. Em abril de 2016, iniciou o Programa de Pós Graduação em Zootecnia, em nível de Doutorado, com ênfase em Produção de Ruminantes pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB em Itapetinga – BA, realizando estudos na área de qualidade de carne avaliando o perfil de ácidos graxos de bovinos recebendo dietas de alto grão.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	xiv
RESUMO .....	xviii
ABSTRACT .....	xix
I – INTRODUÇÃO.....	01
II – REFERENCIAL TEÓRICO .....	03
2.1 Dietas de alto concentrado .....	03
2.2 Aditivos na dieta de ruminantes .....	05
2.3 Machos leiteiros.....	09
2.4 Animais não castrados vs castrados.....	10
2.5 Ação da testosterona.....	17
2.6 Colesterol na carne bovina.....	20
2.7 Ácidos graxos presente na carne bovina.....	22
2.8 Saúde humana e carne bovina.....	33
Referências Bibliográficas .....	36
III – OBJETIVOS .....	51
3.1 Objetivo geral.....	51
3.2 Objetivos específicos.....	51
IV – MATERIAL E MÉTODOS.....	52
4.1 Local e período de análises experimentais.....	52
4.2 Delineamento experimental.....	52
4.3 Castração cirúrgica.....	54
4.4 Imunocastração.....	55
4.5 Períodos experimentais e composição da dieta.....	55
4.6 Avaliação de espessura de gordura subcutânea e espessura de gordura do <i>Gluteus biceps</i> .....	57
4.7 Abate dos animais.....	57

4.8 Obtenção das amostras de carne.....	57
4.9 Liofilização das amostras.....	57
4.10 Análises de umidade e matéria seca.....	58
4.11 Extração de matéria graxa para análise de colesterol na carne.....	58
4.12 Análise de colesterol.....	59
4.13 Extração da matéria graxa para análise do perfil de ácidos graxos e obtenção do teor de lipídeos totais.....	59
4.14 Análise por espectroscopia no infravermelho (IV).....	60
4.15 Derivatização das amostras.....	60
4.16 Análises de ácidos graxos de ésteres metílicos.....	61
4.17 Índice de qualidade nutricional dos lipídeos na carne.....	62
4.18 Índices de atividade da enzima $\Delta^9$ dessaturase e elongases.....	63
4.19 Análises estatísticas.....	63
V – RESULTADOS .....	64
5.1 Espessura de gordura subcutânea, espessura de gordura do <i>Gluteus biceps</i> , lipídeos totais, colesterol e umidade.....	64
5.2 Composição de ácidos graxos no músculo <i>Longissimus dorsi</i> .....	66
5.3 Índices de aterogenicidade e trombogenicidade, razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos e atividade de enzimas dessaturases e elongases do músculo <i>Longissimus dorsi</i> .....	66
5.4 Total de ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados, insaturados, relação ácidos graxos insaturados saturados, poliinsaturados saturados, monoinsaturados saturados e ômega 6 ( $\omega$ -6) no músculo <i>Longissimus dorsi</i> .....	66
5.5 Correlação dos ácidos graxos com a espessura da gordura subcutânea, espessura de gordura do <i>Gluteus biceps</i> , colesterol e gordura do músculo <i>Longissimus dorsi</i> .....	69
VI – DISCUSSÃO .....	72
6.1 Espessura de gordura subcutânea, espessura de gordura do <i>Gluteus biceps</i> , lipídeos totais, colesterol e umidade.....	72
6.2 Composição de ácidos graxos no músculo <i>Longissimus dorsi</i> .....	74
6.3 Índices de aterogenicidade e trombogenicidade, razão entre ácidos graxos	76

hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos e atividade de enzimas dessaturases e elongases do músculo <i>Longissimus dorsi</i> .....	
6.4 Total de ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados, insaturados, relação ácidos graxos insaturados saturados, poliinsaturados saturados, monoinsaturados saturados e ômega 6 (ω-6) no músculo <i>Longissimus dorsi</i> .....	78
6.5 Correlação dos ácidos graxos com a espessura da gordura subcutânea, espessura de gordura do <i>Gluteus biceps</i> , colesterol e gordura do músculo <i>Longissimus dorsi</i> .....	79
VII – CONCLUSÃO .....	81
Referências Bibliográficas .....	82

**LISTA DE TABELAS**

- Tabela 1.** Principais ácidos graxos encontrados na carne.....23
- Tabela 2.** Proporções de ingredientes com base na matéria seca dos diferentes períodos experimentais de novilhos inteiros, castrados e imunocastrados alimentados com dieta de alto grão.....53
- Tabela 3.** Composição de ácidos graxos na dieta nos 3 períodos experimentais.....54
- Tabela 4.** Composição químico-bromatológica média dos ingredientes e da dieta nos 3 períodos experimentais.....56
- Tabela 5.** Tempos de retenção ( $t_r$ ) dos ácidos graxos encontrados no músculo *Longissimus dorsi* de machos holandeses inteiros, castrados e imunocastrados alimentados com dieta de alto grão.....61
- Tabela 6.** Espessura de gordura subcutânea, espessura de gordura do *Gluteus biceps*, lipídeos totais, colesterol, umidade, composição de ácidos graxos, índices de aterogenicidade e trombogenicidade, razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos e atividade de enzimas dessaturases e elongases do músculo *Longissimus dorsi* de machos holandeses inteiros, castrados e imunocastrados alimentados com dieta de alto grão.....65

**Tabela 7.** Total de ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados, insaturados, relação ácidos graxos insaturados saturados, poliinsaturados saturados, monoinsaturados saturados e ômega 6 ( $\omega$ -6) no músculo *Longissimus dorsi* de machos holandeses inteiros, castrados e imunocastrados alimentados com dieta de alto grão.....68

**Tabela 8.** Correlação dos ácidos graxos com a espessura da gordura subcutânea, espessura de gordura do *Gluteus biceps*, colesterol e gordura do músculo *Longissimus dorsi* de machos holandeses inteiros, castrados e imunocastrados alimentados com dieta de alto grão.....70

**LISTA DE FIGURAS**

- Figura 1.** Biohidrogenação do ácido graxo  $\alpha$  linolênico pelas bactérias ruminais.....29
- Figura 2.** Formação do ácido linoleico conjugado endógeno (a) e no rúmen (b).....30
- Figura 3.** Representação gráfica do ácido linoleico (C18:2 *cis* 9,12) e do seu isômero conjugado C18:2 *cis* 9 *trans* 11 (ácido rumênico).....32

**LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

AG	- Ácidos graxos
AGI	- Ácidos graxos insaturados
AGS	- Ácidos graxos saturados
ALA	- Ácido graxo alfa-linolênico
AOAC	- Análises de Alimentos e Métodos Analíticos Oficiais
BHT	- Butil hidroxitolueno
C	- Estereoisomeria espacial cis
C10:0	- Ácido graxo decanoico
C12:0	- Ácido graxo dodecanoico
C14:0	- Ácido graxo tetradecanoico
C16:0	- Ácido graxo hexadecanoico
C16:1	- Ácido graxo hexadecenoico
C18	- Carbono 18
C18:0	- Ácido graxo octadecanoico
C18:1	- Ácido graxo octadecenoico
C18:2	- Ácido graxo octadecadienoico
C18:3	- Ácido graxo octadecatrienoico
C20:0	- Ácido graxo eicosanoico
C20:4	- Ácido graxo eicosatetraenoico
C20:5	- Ácido graxo eicosapentaenoico
C22:0	- Ácido graxo docosanoico
C22:6	- Ácido graxo docosa-hexaenoico
C24:0	- Ácido tetracosanoico
C4:0	- Ácido graxo butanoico
C6:0	- Ácido graxo hexanoico
C8:0	- Ácido graxo octanoico
CG-EM	- Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas
CLA	- Ácido linoleico conjugado

CLAE	- Cromatografia líquida de alta eficiência
Cm	- Centímetros
CV	- Coeficiente de variação
DAD	- Detector de arranjo de diodos
DHA	- Ácido graxo docosa-hexaenóico
EGP	- Espessura de gordura da <i>Gluteus biceps</i>
EGS	- Espessura de gordura subcutânea
EPA	- Ácido graxo eicosapentaenóico
EPM	- Erro padrão da média
eV	- Elétrons volts
FSH	- Hormônio folículo estimulante
G	- Gramas
GnRF	- Fator liberador de gonadotrofinas
GnRH	- Hormônio gonadotrófico
H	- Hipercolesterolêmicos
H	- Hipocolesterolêmicos
h/H	- Razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos
H <sub>2</sub> O	- Água
HCl	- Ácido clorídrico
HDL	- Lipoproteína de alta densidade
IA	- Índice de aterogenicidade
ISSO	- Organização Internacional de Normalização
IT	- Índice de trombogenicidade
IV	- Infravermelho
Kg	- Quilograma
KOH	- Hidróxido de potássio
LDL	- Lipoproteína de baixa densidade
LH	- Hormônio luteinizante
m/z	- Massa/carga em abundância
MAPA	- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Máx	- Máximo
MG	- Minas Gerais

Mg	- Miligramas
MgSO <sub>4</sub>	- Sulfato de magnésio
Min	- Mínimo
Min	- Minutos
mL	- Mililitro
Mm	- Milímetro
MS	- Matéria seca
MUFA	- Ácidos graxos monoinsaturados
n 3	- Ômega 3
n 6	- Ômega 6
Nm	- Nanómetro
$\omega$ -3	- Ômega 3
$\omega$ -6	- Ômega 6
°C	- Grau celsius
P	- Probabilidade
P.A	- Puro
p/v	- Peso por volume
pH	- Potencial hidrogeniônico
PR	- Paraná
PUFA	- Ácidos graxos poliinsaturados
PVDF	- Fluoreto de polivinilideno
R	- Valor da correlação
SAS	- Sistema de análise estatística
SFA	- Ácidos graxos saturados
T	- Estereoisomeria espacial cis
Tr	- Tempo de retenção
UI	- Unidade internacional
UNIGUAÇU	- Unidade de Ensino Superior Vale do Iguaçu
v/v	- Volume por volume
Vs	- <i>Versus</i>
A	- Alfa
$\Delta^9$	- Delta nove
%	- Porcentagem

$\mu\text{Hg}$	- Micrometro de mercúrio
$\mu\text{L}$	- Microlitro
$\mu\text{m}$	- Micrómetro

## RESUMO

SOARES, Ana Cláudia Maia. **Composição lipídica da carne de novilhos castrados e não castrados alimentados com dietas de alto grão**. Itapetinga, BA: UESB, 2020. 86 p. Tese. (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes)\*.

Objetivou-se avaliar a composição lipídica da carne de novilhos, castrados e não castrados, alimentados com dietas de alto grão. Foram utilizados vinte e oito novilhos Holandês com peso corporal inicial médio de  $90,14 \pm 1,38$  kg e idade de dois meses e peso final médio ao abate de  $388,67 \pm 10,37$  kg e idade de 11 meses foram divididos em três grupos: inteiros, castrados e imunocastrados (Bopriva<sup>®</sup>). Foram avaliadas a espessura de gordura subcutânea e espessura de gordura do *Gluteus biceps* por meio de exame ultrassonográfico. Em seguida, os bovinos foram abatidos e amostras do *Longissimus dorsi* foram coletadas para análises de colesterol, composição de ácidos graxos e índice de qualidade nutricional da carne. Foram verificadas a normalidade dos erros e homocedasticidade das variâncias. As médias foram calculadas e comparadas pelo teste Duncan e também foi avaliada a correlação de Pearson entre as variáveis. Os grupos castrados e imunocastrados apresentaram maior teor de lipídeos totais, ácidos graxos insaturados, monoinsaturados, índice de atividade da  $\Delta^9$  dessaturase C18 e razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos. Esses mesmos grupos apresentaram médias inferiores de umidade, ácidos graxos saturados, poliinsaturados, ômega 6, índice de aterogenicidade e trombogenicidade. A castração cirúrgica e imunocastração melhoraram o perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos alimentados com dieta de alto grão.

**Palavras-chave:** ácidos graxos, colesterol, imunocastração, *Longissimus dorsi*, ômega 6, saúde humana

## ABSTRACT

SOARES, Ana Cláudia Maia. **Lipid composition of the meat of castrated and uncastrated steers fed high grain diets**. Itapetinga, BA: UESB, 2020. 86 p. Tese. (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes)\*.

The objective was to evaluate the lipid composition of meat from castrated and non-castrated steers fed with high grain diets. Were used twenty eight Holstein steers with mean initial body weight of  $90.14 \pm 1.38$  kg and age of two months and mean final slaughter weight of  $388.67 \pm 10.37$  kg and age of 11 months were divided into three groups: whole, castrated and immunocast (Bopriva®). The subcutaneous fat thickness and fat thickness of the *Gluteus biceps* were evaluated by ultrasonographic examination. Afterwards, cattle were slaughtered and *Longissimus dorsi* samples were collected for cholesterol, fatty acid composition and meat nutritional quality index. The normality of the errors and homoscedasticity of the variances were verified. The averages were calculated and compared by the Duncan test and the Pearson correlation between the variables was also evaluated. The castrated and immunocastrated groups showed higher total lipid content, unsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, activity index of  $\Delta 9$  desaturase C18 and ratio between hypocholesterolemic and hypercholesterolemic fatty acids. These same groups presented lower averages of moisture, saturated fatty acids, polyunsaturates, omega 6, atherogenicity index and thrombogenicity. Surgical castration and immunocastration improve the fatty acid profile of the *Longissimus dorsi* muscle of steers fed a high grain diet.

**Key words:** fatty acids, cholesterol, immunocastration, *Longissimus dorsi*, omega 6, human health<sup>2</sup>

## I – INTRODUÇÃO

A intensificação no sistema de produção surgiu como alternativa a demanda de carne bovina, devido ao seu alto teor de ferro, zinco, vitaminas, proteínas de elevado valor biológico e por representar as principais fontes dietéticas de ácidos linoleicos conjugados (Andreo et al., 2016). Desta forma, observa-se o aumento no número de confinamentos que adotam dietas de alto grão, com intuito de obter animais mais precoces, em um curto período com a maximização no acabamento das carcaças (Cabrera; Saadoun, 2014; Gama et al., 2013).

Em contrapartida, observa-se o crescente interesse da população em conhecer a qualidade dos alimentos consumidos em função dos parâmetros nutricionais, devido principalmente aos problemas relacionados à ingestão de alimentos com alto teor de gorduras indesejáveis e composição de ácidos graxos na carne, fatores que estão diretamente relacionados com doenças cardiovasculares (McAfee et al., 2010).

Na tentativa de explicar estes fatores e melhorar a qualidade da carne, tem-se observado que características como idade, genética, raça, regime de alimentação, sexo e pelo efeito da castração em machos têm influência direta sobre estes fatores (Diniz et al., 2016). Dentre estas características, o método de castração convencional ou imunocastração são alternativas de manejo que poderiam melhorar a composição do perfil de ácidos graxos, teor de colesterol e lipídeos totais, mas que ainda são escassos os trabalhos, cujos resultados precisam ser melhor elucidados.

Machos não castrados crescem mais rapidamente e são mais eficientes para aproveitar a alimentação quando comparado a animais castrados, contudo apresentam menor deposição de gordura na carcaça e gastam muita energia nos comportamentos sexuais (Dias et al., 2016). Animais castrados por meio de cirurgia apresentam maior deposição de gordura e menor perda de energia, porém essa técnica é bastante questionável em relação ao bem-estar animal (Ribeiro, 2017). A imunocastração é um método alternativo que interrompe temporariamente a produção de testosterona, inibindo o desenvolvimento sexual e o comportamento agressivo dos animais, além de

melhorar a deposição de gordura na carcaça (Janett et al., 2012) e proporcionar maior maciez a carne (Needham; Hoffman, 2015).

Aventamos a hipótese de que o efeito da castração promove diferenças no perfil lipídico devido à deposição de gordura. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da castração sobre o perfil de ácidos graxos, colesterol, lipídeos totais e a qualidade nutricional da carne de novilhos não castrados, castrados e imunocastrados alimentados com dieta de alto grão.

## II – REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Dietas de alto concentrado

O uso de dietas de alto concentrado tem como objetivo otimizar o desempenho dos animais, reduzir o tempo de abate e melhorar as características de acabamento da carcaça (Paulo; Rigo, 2012). Essas dietas aumentam a proporção de propionato, secreção de insulina e como consequência a síntese de gordura e proteína, além de inibir a degradação de gordura e proteína a nível tecidual (Antunes et al., 2011).

Desta forma, ao longo dos anos e com resultados de pesquisas observa-se a evolução das unidades de engorda intensiva no Brasil, que passaram a ganhar maior escala, e perceberam que a dependência de alimentos volumosos passou a ser um entrave à necessidade de produzir animais precoces e com rápido acabamento. O crescimento na adoção de confinamentos pode ser justificado com o incremento na alta produção nacional de grãos e de resíduos dando suporte de maneira econômica, visto que nas principais regiões produtoras do país o custo por unidade de energia é menor para os grãos, favorecendo o uso de dietas mais concentradas (Teixeira, 2015).

No entanto, existem controvérsias na literatura quando evidenciam o uso exclusivo de dietas de alto concentrado, levando em consideração o custo da dieta e a adaptação do animal e microrganismos ruminais. Autores como Ribeiro (2014) preconizam que bovinos podem ser terminados com sucesso, sendo alimentados com dietas de alto concentrado, desde que no manejo siga a adaptação da dieta, bem como dos microrganismos para a utilização efetiva de carboidratos prontamente fermentáveis, essa técnica tem o objetivo prevenir distúrbios metabólicos e variações no consumo.

Missio et al. (2009) avaliaram a idade final dos animais em confinamento e observaram redução no período experimental, diminuição da conversão alimentar devido a maior densidade energética e aumento no ganho diário. No entanto, o aumento de concentrado nas dietas em algumas situações pode diminuir a viabilidade econômica, uma vez que a lucratividade de um confinamento é influenciada pelas variações de preços dos insumos e do produto final, porém, pode reduzir da mesma forma os custos

com mão-de-obra, depreciação de equipamentos, custo com volumoso e custo de oportunidade da terra.

Desta forma, a utilização de dietas de alto concentrado a base de milho inteiro difundiu pelo país, por se tornar uma importante ferramenta na gestão das fazendas, pois possibilitam a terminação de bovinos sem a necessidade de construção de grandes estruturas e aquisição de máquinas, além de aumentar o desempenho produtivo. Porém há fatores regionais de mercado que diferem e provocam percentuais diferentes de oscilação de preços no grão, sendo essa oscilação importante variável a ser considerada no planejamento do confinamento. A compra do grão na época de safra possibilita a aquisição da saca de milho com menor preço, sendo uma relevante estratégia considerada (Ribeiro, 2014).

Em dietas exclusivas de grão a mastigação exerce papel fundamental na melhor utilização do alimento, visto que se os grãos integrais não são fisicamente danificados a digestão é severamente limitada, uma vez que a mastigação reduz o tamanho das partículas, libera nutrientes solúveis para a fermentação, expõe o interior do alimento para a colonização bacteriana e hidrata a ingesta durante a salivacão, resultando em maior facilidade para a digestão (Berchielli et al., 2011). Desta forma, quando o grão é fornecido inteiro, seu aproveitamento é totalmente dependente da extensão em que sua estrutura física é rompida pelo processo de mastigação. Animais mais jovens tendem a mastigar de forma mais intensa o alimento ingerido, aumentando o aproveitamento do amido presente no grão de milho. Animais mais velhos, criados em sistemas a pasto por períodos mais prolongados, por outro lado, exercem menos essa parte crítica do processo de digestão dos alimentos. Entretanto, mesmo que alguns grãos sejam deglutidos inteiros, durante a ruminação terão grande chance de sofrerem alteração física, permitindo que ocorra a digestão microbiana no rúmen.

Beauchemin et al. (1994) constataram que o tempo de mastigação por quilograma de alimento foi maior para o milho grão inteiro do que para a cevada ou trigo e todos os grãos de milho foram danificados após a mastigação, sendo que a maioria dos grãos foram quebrados em pedaços pequenos, reduzindo a necessidade de processamento físico. A salivacão foi semelhante para as dietas de cevada e milho e menor para o trigo. Em relação à extensão da digestão do amido, Owens e Basalan (2013) apresentaram valores de 78,1; 57,8 e 90,8% para digestibilidade ruminal, pós-ruminal e total, respectivamente, para o grão de milho fornecido inteiro para os animais.

Esses valores são as médias observadas em quatro experimentos, envolvendo animais jovens confinados logo após a desmama e referem-se à porcentagem de amido digerido em relação à quantidade que entrou em cada compartimento. Comparativamente às outras formas de processamento, o milho inteiro apresentou a pior digestibilidade pós-rúmen e se equiparou ao milho moído a seco quanto à digestibilidade ruminal e total, e ambos ficaram aquém de processamentos mais eficazes, como a floculação e a silagem de grão úmido. Os valores de digestibilidade total observados para as diferentes formas de processamento do milho variaram de 90,8 a 99,1%.

Pesquisas têm demonstrado que na maioria das vezes, a dieta exclusiva de concentrado se caracteriza pelo fornecimento aos animais confinados do milho grão inteiro misturado a um concentrado em *pellet*, que contém em sua composição proteínas, vitaminas, minerais e aditivos alimentares, visando balancear a dieta de acordo com a categoria animal e o desempenho esperado, cuja proporção utilizada contém 85% de milho grão inteiro e 15% de concentrado em *pellet*, se tratando de uma dieta altamente energética. Esta dieta possui grande versatilidade, devido a determinados fatores como: alto grau de eficiência alimentar, melhor terminação de bovinos, maior rendimento e acabamento de carcaça por animal além de elevado ganho de peso (Mandarino et al., 2013).

## **2.2 Aditivos na alimentação de ruminantes**

É possível observar um aumento no número de confinamentos instalados no Brasil que utilizam dietas de alto grão com o intuito de obter animais mais precoces em um curto período. Possivelmente, esses números estão relacionados com a demanda de carne tanto no mercado interno como externo. Porém, a utilização de um manejo intensivo onde os animais recebem apenas dietas concentradas pode afetar negativamente a saúde ruminal, gerando um acúmulo excessivo dos produtos da fermentação ruminal, como o lactato, que poderiam causar distúrbios fermentativos como a acidose e o timpanismo, prejudicando o desempenho dos animais. Torna-se, portanto, necessária à realização da manipulação da fermentação ruminal a qual, segundo Nagaraja (1997) possui como objetivos a melhoria dos processos benéficos no

rúmen, como a degradação da fibra, e a diminuição ou eliminação dos processos prejudiciais, como a produção de metano e o excesso de lactato, mantendo assim o pH estável e contribuindo com a saúde ruminal.

A utilização de aditivos alimentares veio como uma alternativa para manipular a fermentação ruminal desses animais que recebem dietas de alto concentrado. Esses aditivos são caracterizados como uma substância intencionalmente adicionada ao alimento ou dieta com a finalidade de conservar, intensificar ou modificar suas propriedades, desde que não prejudique seu valor nutritivo (Santos, 2004).

Entre os aditivos utilizados na alimentação de ruminantes atualmente estão os antibióticos ionóforos e não-ionóforos, leveduras, probióticos, prebióticos e ácidos orgânicos. Ambos possuem como objetivo principal aumentar o desempenho dos animais, melhorar a eficiência energética, principalmente, em função do aumento da produção do ácido propiônico, da redução da relação acetato/propionato e diminuição da produção de metano, além da diminuição da produção de ácido lático e redução nas perdas de aminoácidos que seriam potencialmente fermentados no rúmen (McGuffey et al., 2001).

Segundo Bergen e Bates (1984), os benefícios da ação biológica dos ionóforos aos bovinos são distribuídos em três áreas, sendo elas: Aumento da eficiência do metabolismo energético das bactérias ruminais e (ou) do animal; Aumento do metabolismo de nitrogênio das bactérias ruminais e (ou) do animal e diminuição das desordens digestivas resultantes da fermentação ruminal anormal. Desta forma, é possível observar a utilização de monensina e virginiamicina no núcleo vitamínico mineral utilizado no atual trabalho.

As características da carcaça e do crescimento dos bovinos são importantes para obtenção de carcaças e cortes superiores, que atendam o mercado consumidor que está cada vez mais exigente (Cavalcante, 2017).

A estrutura corporal, denominada como *Frame Size*, está relacionada com a produtividade do animal, sendo caracterizada como um indicador necessário para a escolha daqueles que, irão produzir carcaças com melhor qualidade e acabamento (Mota et al., 2014). O normal é que o animal mantenha o mesmo *Frame size* durante a vida, porém podem sofrer alterações na sua estrutura corporal de acordo com os níveis nutricionais a que estão expostos (Horimoto, 2005). O processo de crescimento ocorre pelo fenômeno biológico a nível celular, conhecido por hiperplasia (multiplicação das

células), hipertrofia (aumento do tamanho da célula), incorporação das células satélites, alterações na composição química e forma das células, que resultam no crescimento dos diferentes tecidos estruturais, conjuntivo e adiposo (Barbosa, 2006). Porém, durante o processo de desenvolvimento pode ocorrer diversas mudanças na carcaça, mudando a sua composição em relação à quantidade de músculos, ossos e gordura (Hadlich et al., 2013). Desta forma, pode afirmar que a composição e deposição dos tecidos não são de forma constante (Berg; Butterfield, 1976).

Em cada fase de vida do animal ocorre de forma específica a deposição de um tipo de tecido, sendo que animais mais jovens depositam mais músculos, e animais após a puberdade, quando estão mais pesados, começam a reter maiores quantidades de gordura (Brody, 1945; Owens et al., 1995). Pode-se afirmar que depois da maturidade estabelecida, o crescimento de outros tecidos, que não seja o adiposo, é praticamente inexistente (Owens et al., 1993). É por meio do conhecimento da dinâmica do crescimento muscular que é possível permitir uma melhor percepção de que os animais mais jovens são mais eficientes na transformação do alimento em carne, devido a sua maior eficiência biológica (Arrigoni et al., 2004), além da adequação dos manejos nutricionais que serão adotados e a definição da idade de abate, fatores esses, que estão diretamente relacionados com a qualidade e quantidade da produção de carne (Marques et al., 2012).

O aporte nutricional que os animais recebem altera a curva de crescimento, principalmente por modificar a composição corporal final, que se dá pela alteração do peso e idade com que ocorre a deposição de cada tecido (Owens et al., 1993). Desta forma, pode-se afirmar que a nutrição do animal influencia diretamente seu crescimento, uma vez que o próprio crescimento é quem determina suas exigências nutricionais, consequentemente determinando a composição do produto final – a carne (McDonald et al., 1995). Um exemplo claro é que a quantidade de fibra na dieta de terminação dos bovinos de corte altera a composição da carcaça e as características da carne (Signoretti et al., 1999), pois está diretamente relacionada ao consumo de matéria seca. Uma alternativa que tem sido utilizada para melhorar o aproveitamento da dieta, assim como também proporcionar o uso de apenas grãos e concentrados é a utilização de aditivos alimentares que atua proporcionando aumentando o ganho de peso, melhorando a conversão alimentar e diminuindo os distúrbios metabólicos (Dawson, 2000). Entre as características influenciadas pela alimentação, a gordura subcutânea é a

mais importante, relacionada diretamente com a qualidade da carcaça (Cavalcante, 2017).

Quando os animais são submetidos a uma nutrição deficiente, principalmente na fase de engorda, ocorre uma proporção mais baixa de gordura na carcaça e, quando em níveis nutritivos elevados, aumenta a proporção da mesma (Boito, 2014). A porção muscular da carne é considerada a mais importante e deve estar presente em maior quantidade na carcaça (Luchiari Filho, 2000). Para uma boa composição da carcaça preconiza-se o máximo de músculos, mínimo de ossos e a quantidade adequada de gordura (Costa et al., 2002) que varia de 3 a 6 mm de espessura conforme dados da literatura. Essa variação é exigida pelos frigoríficos, com o objetivo de proteger a carcaça durante o resfriamento intenso das câmaras frias. Contudo, o excesso de gordura pode diminuir o rendimento de carne magra (Berg; Butterfield, 1976; Luchiari Filho, 2000). Desta forma, existem diversos fatores intrínsecos e extrínsecos que alteram a qualidade da carcaça como a idade final de abate, o peso e o grau de acabamento, sendo que esses estão intimamente ligados a algumas características como, cortes cárneos, cobertura de gordura, maciez, entre outros. Então, podemos afirmar que somente o peso do animal não determina o seu valor como um produtor de carne, se fez necessário o uso de tecnologias para mensurar adequadamente a composição da carcaça e tecnologias essas como o uso de aditivos que auxiliam na melhora da produção de carne com mais qualidade (Taveira et al., 2016).

Já os probióticos caracterizam-se como aditivos melhoradores de desempenho por serem constituídos de microrganismos benéficos que atuam na prevenção de microrganismos indesejáveis, isso, sem deixar resíduos nas carcaças (Berchielli et al., 2011). Seus efeitos são: aumento das bactérias *Selenomonas ruminantium*, aumento das bactérias celulolíticas, aumento dos ácidos graxos voláteis no rúmen, minimizador de estresse, além de serem imunostimulantes e realizarem a manutenção do pH ruminal (Martin; Nisbet, 1992).

Em um experimento utilizando monensina sódica e probióticos e a associação dos dois aditivos, Rigobelo et al. (2014) observaram que as características de carcaça foram semelhantes entre os animais que receberam exclusivamente probióticos ou apenas monensina, mostrando que os probióticos são viáveis na substituição da monensina. Porém, a associação dos dois aditivos apresentou resultados negativos.

De maneira geral os aditivos alimentares utilizados em animais em confinamento otimizam o ambiente ruminal por permitir o aumento de bactérias benéficas, conseqüentemente, aumentando a digestibilidade da fibra e do fluxo de proteína microbiana para o intestino delgado, além de melhorar a conversão alimentar (Pereira, 2005). Desta forma, ocorre uma melhora no desempenho produtivo do animal e as características de carcaça (França; Rigo, 2012). Autores como Ducatti et al. (2009) afirmam que existem fatores nutricionais que influenciam diretamente nas características de carcaça e na qualidade da carne, pois a quantidade e a qualidade dos nutrientes que são ingeridos pelos animais, são de suma importância para o seu desenvolvimento (Zorzi, 2011). Desta forma, o uso das técnicas adotadas no manejo nutricional juntamente com o potencial genético do animal resultará em um melhor desempenho, favorecendo o crescimento muscular e a deposição de tecido adiposo, antecipando a idade ao abate e melhorando a qualidade de carne (Dombroski, 2015).

### **2.3 Machos leiteiros**

A produção brasileira de leite cresce anualmente e essa atividade coloca o Brasil em destaque na 4ª posição mundial movimentando de forma significativa a economia do país. As fêmeas destinadas destes rebanhos são utilizadas como reposição nos plantéis e possuem uma boa valorização no mercado interno, porém os machos ainda são vistos como entrave para alguns produtores (IBGE, 2017). Mas diante de estudos e devido à demanda da cadeia produtiva de carnes que é um setor em ascensão a utilização desses animais tem sido observada como uma alternativa promissora para a produção de carne de qualidade e quantidade (Barbosa, 2013).

Os machos leiteiros são produtos de aproximadamente 50% dos partos das vacas destinadas à pecuária leiteira. Considerando os índices zootécnicos de sobrevivência desses animais que varia em torno de 92%, têm-se aproximadamente 10 milhões de unidades animais com potencial de produção de carne. Porém, esses animais em regiões de alta especialidade na produção de leite, na maioria das vezes são descartados precocemente, sendo considerados um problema para a atividade, uma vez que competem no consumo de dieta líquida, volumoso e utilização de mão-de-obra (Ribeiro, 2017).

Desta forma, a utilização do potencial de produção do rebanho de 10 milhões de animais machos de origem leiteira em sistemas altamente eficientes impulsionaria a cadeia de carnes positivamente. Uma vez que o potencial de produção dos machos leiteiros é evidente e satisfatório quando se utilizam sistemas mais intensivos como confinamentos que reduzem o tempo de engorda e propiciam uma taxa de retorno à atividade muito mais rápida.

#### **2.4 Animais não castrados vs castrados**

O sistema de criação de bovinos destinados à produção de carne possui várias técnicas sobre o manejo dos animais, com intuito de melhorar a produção e a qualidade da carne destinada aos consumidores. Dentre as alternativas, existe a possibilidade de deixar os animais não castrados ou castrados, cuja decisão pode ser influenciada por diversos fatores como questões políticas diretamente relacionadas à indústria frigorífica, a qual associa suas exigências e necessidades às competências do mercado. Existem relatos de pontos positivos e negativos diante aos dois manejos. Animais castrados são mais dóceis, possuem um manejo mais fácil, reduz brigas nos sistemas de confinamento, proporciona bem-estar, preservação das instalações e pastagens, propicia melhor qualidade e aceitação do produto final, reduzem problemas por disputa hierárquica, prenhez indesejada em lotes mistos e diminui o comportamento sexual de monta (Feijó, 1998).

A castração pode ser efetuada no início da criação dos animais, sendo antes vista como um procedimento realizado com a função de manter os animais mais calmos, porém, com o passar dos anos devido aos avanços verificados na pecuária de corte a castração passou a acontecer com objetivo de alcançar a melhoria na qualidade da carne, por meio de uma melhor cobertura de gordura, menor ocorrência de brigas, menor estresse no pré-abate, evitando a ocorrência de carne com coloração escura e pH elevado (Vaz et al., 2012). Alguns procedimentos de castração podem provocar complicações no pós-operatório, gastos com mão de obra, medicamentos, perda de desempenho, diminuição do bem-estar e, em alguns casos, óbito. Porém, bovinos castrados produzem melhor qualidade de carne, sendo menor o risco de desenvolvimento de cortes DFD (escuro, firme, seco), apresentam melhor deposição de gordura e maior marmorização (Dias et al., 2016).

Os principais métodos de realizar a castração são: cirúrgico, emasculador e castração química, porém, como foi dito anteriormente ambos afetam o bem-estar animal (Gomes, 2004). A castração influencia positivamente a deposição de gordura na carcaça que é importante, uma vez que, enquanto a gordura intramuscular contribui para melhorar a satisfação do provador na degustação da carne, a gordura subcutânea previne as perdas de rendimento da carcaça durante o resfriamento, após o abate. Dessa forma, a deposição de gordura pode afetar a rentabilidade na indústria da carne. A partir deste ponto de vista, uma estratégia alternativa para conduzir o contextualizado é a terminação dos animais em confinamento, o qual é um dos fatores que proporciona uma dieta com alto teor de energia (Bressan et al., 2011). Entretanto, os animais castrados cirurgicamente frequentemente exibem um desempenho inferior, quando comparados àqueles não castrados, devido à diminuição dos hormônios androgênicos (Seideman et al., 1982).

Segundo Restle (1999), a utilização de animais não castrados para produção de proteína animal mostra-se importante do ponto de vista que esses animais apresentam eficiência alimentar e ganho de peso superior, além de apresentarem carcaças de melhor conformação e com maior relação de músculo, quando comparados a um mesmo grupo contemporâneo de castrados. Animais não castrados jovens, com idade inferior a 22 meses produzem carcaça amplamente aceitáveis pelo consumidor, demonstrando que a utilização de dietas de alto concentrado, como a de alto-grão, são ferramentas que justificam o abate de animais cada vez mais precoces (Andreo et al., 2016).

A testosterona é o principal hormônio androgênico produzido naturalmente pelo organismo nas células de Leydig localizadas nos testículos. Esse hormônio é responsável pelo comportamento sexual masculino, pela agressividade (Price et al., 2003) e pelas características corporais associadas ao fenótipo do macho, tais como aumento da massa muscular (Swedson, 1988). Todos esses tipos de castração consistem em impedir que ocorra a produção de hormônios androgênicos, que são os responsáveis pela manifestação das características indesejáveis tais como comportamentos agressivos e de caráter sexual. Os resultados de características de carcaça apresentados na literatura comparando bovinos machos imunocastrados com machos castrados cirurgicamente indicaram que os pesos de carcaça de animais imunocastrados foram maiores do que de animais castrados cirurgicamente (Amatayakul-Chantler et al., 2013), assim como os pesos de carcaça de animais imunocastrados e não castrados foram similares

(Amatayakul-Chantler et al., 2012). Os parâmetros de qualidade de carne apresentaram-se semelhantes em animais imunocastrados e castrados cirurgicamente (Amatayakul-Chantler et al., 2013). Desta forma, a imunocastração pode beneficiar o bem-estar animal, eliminando distúrbios na conduta sexual, facilitando o manejo e a qualidade final da carne, agregando valor ao mercado. De acordo com Andreo et al. (2013) a vacina Bopriva<sup>®</sup> é uma alternativa viável para evitar a castração cirúrgica convencional e para melhorar a qualidade da carne, através da maior deposição de gordura e redução da força de cisalhamento da carne em relação aos animais não castrados.

A grande parte dos frigoríficos brasileiros prefere bonificar os produtores por animais com melhor qualidade de carcaça para suprir o mercado externo, essa qualidade normalmente é encontrada em animais castrados (Gomes, 2004). A produção de bovinos não castrados tem como atrativo o melhor desempenho dos animais em relação aos bovinos castrados. Segundo Santos (2013), esse maior desempenho ocorre devido a maior velocidade de ganho de peso e a melhor conversão alimentar proporcionada pelo efeito anabólico dos hormônios sexuais, que é iniciada na puberdade.

Os resultados da comparação das carcaças de bovinos não castrados e castrados demonstram superioridade no peso e maior proporção de músculo dos animais não castrados. Porém, são desvalorizados comercialmente devido à deficiência na cobertura de gordura. A ausência de uma boa cobertura de gordura pode causar o encurtamento das fibras da carne, decorrentes do resfriamento da carcaça. O resfriamento, combinado a pouca cobertura de gordura não promove a devida proteção contra a desidratação, prejudicando a coloração da carne e diminuindo a maciez, levando à depreciação dos cortes (Bridi, 2004a). É crescente o interesse dos consumidores pelas etapas de produção, desde a propriedade até o produto final chegar à mesa. Essa informação transmite confiança e proporciona maior satisfação, demonstra interesse em saber das condições de criação, alimentação e abate dos animais (Oliveira et al., 2008). Bretschneider (2005) em sua revisão sobre a idade e os métodos de castração (cirúrgica e laço de látex) verificou que a perda de peso aumenta de forma quadrática com a idade na castração dos animais. Constatou também que a castração cirúrgica realizada após a puberdade tem um importante efeito negativo no desempenho, esse efeito se estende por um período além dos primeiros 30 dias pós-castração.

A castração cirúrgica define-se como a operação que consiste na ablação testicular ou supressão funcional dos órgãos reprodutores, dada por meio da retirada dos

testículos ou ovários, geralmente destinada a tornar os animais mais dóceis para trabalho, manejo, além de facilitar a engorda e melhorar a qualidade da carne nos animais destinados ao abate (Vaz et al., 2012). Essa técnica também conhecida por orquiectomia, é utilizada tradicionalmente nos sistemas de produção, uma vez que resultados de pesquisas mostram que os animais castrados desenvolvem maior crescimento muscular na parte posterior, onde estão localizados os cortes nobres, além disso, têm acabamento de gordura mais precocemente e com qualidade superior, tendo assim uma maior valorização nos frigoríficos. Além de produzirem carcaças de melhor aparência e carne mais macia quando comparados aos animais não castrados (Restle et al., 1996).

Porém existem controvérsias quanto à forma e procedimento de castração, uma vez que alguns trabalhos mostram que os efeitos da castração cirúrgica afeta o bem-estar do animal, podendo acarretar riscos com infecções, bicheiras, perda de peso após o procedimento e em casos extremos até o óbito do animal. Por esses motivos pesquisas buscaram alternativas de castração menos invasivas e que promovem os mesmos benefícios da castração cirúrgica (Vaz et al., 2012).

Carvalho et al. (2011) realizaram um estudo com objetivo de quantificar os efeitos negativos da castração cirúrgica que acabam acontecendo nas fazendas. Foram realizadas castrações em quatro propriedades com ablação ou incisão lateral da bolsa escrotal, onde os animais foram pesados no dia da castração e 28 dias após a cirurgia. Na coleta dos resultados foi possível encontrar neste período 14,8% de miíase, 1,8% de hemorragia, 3,8% de funiculite, 5,4% de abscesso, 1,6% de granuloma e 0,4% de óbito. Nas quatro propriedades houve impacto no ganho de peso dos primeiros 28 dias pós-castração, sendo que, em uma das fazendas avaliadas, 34,6% dos animais tiveram perda de massa corpórea neste período.

Desta forma, o procedimento cirúrgico da castração causa uma série de transtornos como problemas de manejo para conter e imobilizar o animal, na realização de curativos pós-cirúrgicos, diminuição do desempenho, além do questionamento dos métodos utilizados para a realização do procedimento da castração no bem-estar animal (Miranda et al., 2013).

Portanto, de acordo com os trabalhos revisados os bovinos castrados produzem carcaças de melhor aparência e carne mais macia que os bovinos não castrados. Porém,

outras formas de castração foram estudadas e mostraram eficiência quanto à minimização dos problemas relatados acima.

A outra técnica de castração denominada de imunocastração foi desenvolvida como alternativa as técnicas de castração cirúrgica. É uma tecnologia que associa as vantagens da castração, sem as desvantagens da castração cirúrgica advindas do pós-operatório, neste caso, consegue-se associar os efeitos benéficos de permanecer com animal não castrado até o período desejado e, posteriormente, inibir os efeitos deletérios que encontramos na castração convencional (Santos, 2013). Baseia-se na aplicação de doses de uma vacina que possui na sua formulação uma forma modificada de GnRF conjugada a uma proteína, capaz de fazer com que o sistema imunológico do animal produza anticorpos específicos contra o GnRF (Hafez; Hafez, 2004). Esta vacina corresponde a uma alternativa frente os danos da castração cirúrgica, por não ser um método invasivo e facilitar os manejos dos bovinos destinados ao abate (Santos, 2013).

A vacina utilizada para imunocastração em bovinos denominada Bopriva®, foi desenvolvida na Nova Zelândia pela Pfizer Saúde animal, hoje denominada Zoetis. No Brasil passou a ser utilizada a partir de janeiro de 2010. Foi aprovada no país para uso pelo Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA em 12 de novembro de 2010, conforme consta na circular N. 02/2011/DICAR/CGI/DIPOA de 29 de setembro de 2011 – Brasília/DF (Brasil, 2011). A Bopriva® é uma vacina anti-GnRF (fator liberador das gonadotropinas) para uso em bovinos fora do período reprodutivo e contém um antígeno para o hormônio liberador de gonadotrina (GnRH) (Andreo et al., 2013).

Seu mecanismo de ação ocorre quando o hormônio liberador de gonadotrofina (GnRF) é secretado pelo hipotálamo e se une ao seu receptor na hipófise, estimulando a secreção do hormônio luteinizante (LH) e folículo estimulante (FSH) pela hipófise. Estes são responsáveis pela atividade dos testículos e ovários e conseqüentemente, pelas funções reprodutivas (Ribeiro, 2017). A imunização utilizando anti-GnRF, que é o mecanismo de ação da vacina Bopriva®, tem por princípio estimular o sistema imunológico a produzir anticorpos que inibem diretamente a função do GnRF. Essa inibição faz com que ocorra a neutralização temporária do GnRF, reduzindo assim a secreção da testosterona, levando a uma involução testicular e a conseqüente interrupção da espermatogênese, o que reduz o comportamento agressivo e sexual. O

desempenho dos animais imunocastrados geralmente é intermediário entre os animais não castrados e castrados cirurgicamente (Ribeiro et al., 2004; Ruiz et al., 2005).

Em um trabalho avaliando bovinos de corte criados em pasto, em que fizeram uma comparação entre animais castrados cirurgicamente e imunocastrados com duas ou três doses de Anti-GnRF (três e oito meses de efeito de castração, respectivamente), foi demonstrado que animais vacinados com duas ou três doses de anti-GnRF apresentaram maior área de olho de lombo quando comparados com bovinos castrados cirurgicamente. Animais que receberam duas doses apresentaram maior peso de carcaça quente e menor espessura de gordura subcutânea medida na altura da 12<sup>a</sup> costela (Roça et al., 2011a).

Hernandez et al. (2005) realizaram dois estudos para avaliar as características reprodutivas de animais imunocastrados. Os animais foram divididos em três grupos: imunocastrados, castrados cirurgicamente e não castrados. Os resultados obtidos pelos pesquisadores comprovaram a elevada produção de anticorpos após as vacinas de imunocastração e a diminuição das concentrações séricas de testosterona nos animais imunocastrados. A eficácia da vacina variou entre 92% e 93% e concluíram que a imunocastração tem uma aplicação prática como ferramenta na produção de carne bovina.

Em estudo avaliando a vacina de imunocastração e sua ação imunoesterilizadora em bovinos mestiços Nelore, divididos em dois grupos, animais que receberam uma dose e dois reforços da vacina e o grupo controle, não castrados, a circunferência escrotal dos animais imunocastrados foi menor quando comparada ao grupo controle. Foi observado a degeneração testicular, com ausência de espermatozoides em 85% dos animais imunocastrados, demonstrando assim que a imunocastração foi uma alternativa efetiva para a produção de bovinos (Zanella et al., 2009). Janett et al. (2012) em um estudo verificaram o efeito da vacina de imunocastração na secreção de testosterona, peso corporal e perímetro escrotal em touros imunocastrados e não castrados. Os animais imunocastrados apresentaram a diminuição dos níveis de testosterona, no desenvolvimento testicular e na atividade física, entretanto a imunocastração não afetou o ganho de peso.

Em um trabalho com touros *Bos indicus* de 20 meses em pastagem com dois tratamentos, sendo eles imunocastrados com duas doses da vacina Bopriva® e castrados cirurgicamente, esses autores reportaram que animais Nelore imunocastrados

demonstraram maiores áreas de olho de lombo do que aqueles castrados cirurgicamente, entretanto, não foram observadas diferenças no peso de carcaça quente, espessura de gordura subcutânea e rendimento de carcaça. Adicionalmente, os mesmos autores Amatayakul-Chantler et al. (2013), não observaram diferenças entre animais Nelore machos, imunocastrados e castrados cirurgicamente para os valores médios de pH, maciez, coloração da carne, perdas de peso por cozimento e cor da gordura. Esses resultados sugerem que a imunocastração é uma alternativa para a manutenção do bem-estar dos animais, ao invés da castração cirúrgica.

Em outro estudo realizado pelos mesmos autores Amatayakul-Chantler et al. (2012) avaliando a influência da imunocastração no desempenho e na qualidade de carne de animais cruzados (Zebu x Brown Swiss), terminados em confinamento, observaram que os animais imunocastrados exibiram maiores valores de espessura de gordura subcutânea, menores valores de força de cisalhamento e menores valores de áreas de olho de lombo que os animais não castrados. Este estudo concluiu que a imunocastração influencia os atributos de qualidade da carne em bovinos cruzados criados em confinamento.

Em um estudo avaliando o perfil de ácidos graxos na carne de bovinos não castrados e imunocastrados (Bopriva<sup>®</sup>) em confinamento observaram que os animais imunocastrados apresentaram maior espessura de gordura, percentagem de extrato etéreo comparada com animais não castrados (Andreo et al., 2016). Estes resultados estão de acordo com De Freitas et al. (2015) que observaram que touros imunocastrados apresentaram maior espessura de gordura subcutânea (4,90 mm) que os touros não castrados (3,61 mm). De Freitas et al. (2015) atribuíram a maior espessura de gordura subcutânea devido a baixa concentração de testosterona sérica nos touros imunocastrados.

Prior et al. (1983) sugeriram que a testosterona tem um efeito inibitório sobre as atividades das enzimas lipogênicas no tecido adiposo induzindo maiores taxas lipolíticas basais. Desta forma, é possível que os animais imunocastrados possuam melhoria na qualidade da carne devido aos fatores citados acima como resultado da maior espessura de gordura observada em comparação aos grupos não castrados. Não houve diferença significativa entre os grupos para as porcentagens de ácidos graxos, desta forma, estes resultados são importantes porque a imunocastração não alterou o perfil de ácidos graxos saturados, monossaturados e poliinsaturados.

## 2.5 Ação da Testosterona

A testosterona é um hormônio esteróide que nos machos é produzido pelas células intersticiais (de Leydig) dos testículos, e uma pequena proporção produzida pelo córtex adrenal (HAFEZ, 1995). A secreção de testosterona pelo testículo fetal é estimulada por um hormônio chamado de gonadotropina coriônica, formado pela placenta durante a gravidez. Logo após o nascimento, a perda da conexão com a placenta remove esse efeito estimulante, desta forma, os testículos param de secretar a testosterona. Como consequência, as características sexuais masculinas interrompem seu desenvolvimento, que só será retomado na puberdade. A testosterona na puberdade tem a função de aumentar a secreção e potencializar a ação da somatotropina (Labhat, 1974). A somatotropina durante a fase de crescimento promove o desenvolvimento e o aumento de todos os tecidos corporais. Aumentar as dimensões de todas as células, bem como o seu número. Com esse resultado, os ossos ficam mais grossos e mais longos, a pele fica espessada e os tecidos moles (coração, fígado, língua e todos os demais órgãos internos) aumentam de tamanho, de maneira geral a testosterona estimula o crescimento ósseo, muscular e sistema nervoso central, além de características sexuais primárias e secundárias (Guyton, 1988). A somatotropina atua também na inibição da síntese de lipídios, facilita a lipólise, altera a expressão das enzimas limitantes da via de síntese de gordura (Lanna et al., 2001), aumenta a síntese de protéica em todas as células do organismo (LOBLEY *et al.*, 1987), eleva a mobilização de ácidos graxos da gordura, maximiza a utilização dos mesmos para energia e minimiza o nível de utilização de glicose em todo o corpo (Guyton, 1988). Trabalhos realizados com hormônios de crescimento em ruminantes têm demonstrado que, independente da via de administração, estes estimulam o crescimento, especialmente com respeito à deposição de proteína e à redução de gordura na carcaça (Patterson; Salter, 1985; Ouali et al., 1988).

Com a técnica da castração que tem sido muito utilizados por produtores, tem-se a supressão da produção de hormônio esteróides (Pádua et al., 2004), principalmente a testosterona (Domingues, 1968). Diante da redução da produção de testosterona tem-se a queda na produção e atuação da somatotropina. Conseqüentemente a lipólise e a síntese protéica ficam prejudicadas. Ocasionalmente um aumento na produção de gordura tanto na cobertura da carcaça que é desejável (Sainz, 1996), quanto ao redor do

estômago e intestinos que é indesejável (Costa et al., 2005), isto por que é considerada parte não integrante da carcaça e conseqüentemente não irá refletir positivamente no preço pago pelo frigorífico ao produtor (Molina, 2001). O acúmulo de gordura que envolve os intestinos e o estômago dos bovinos castrados é um fator visto como negativo, pois animais com um maior depósito de gordura cavitária possuem maior exigência de manutença (Owens et al., 1995), o que provavelmente leva aos bovinos castrados terem uma maior energia de manutença. Assim como também, para produzir gordura gasta 2,5 vezes mais nutrientes do que para produzir proteína. Provavelmente, por isso que os bovinos inteiros, com mesma idade, produzem carcaças mais pesadas, pois com o mesmo teor de nutriente ele converte melhor, uma vez que o inteiro produz prioritariamente proteína e o castrado gordura. Essa maior síntese protéica aliada a maior taxa lipolítica observada nos bovinos inteiros leva-os a terem 15% de vantagem na produção de carcaça magra na fase de crescimento quando comparado a novilhos castrados com mesma idade ou tempo de alimentação (Seideman et al., 1982). Desta forma, pode-se dizer que produzir bovinos castrados é nutricionalmente mais dispendioso. As conseqüências da castração dependem da época na qual se procede à mesma. A extirpação das glândulas germinativas antes da maturidade sexual causa o não desenvolvimento das características secundárias. Já a castração após o início da maturidade tem ações menos intensas. A falta da ação frenadora da testosterona nos castrados aumenta a liberação de gonadotrofinas a partir do lobo anterior da hipófise (Domingues, 1968).

Autores como Rodrigues e Andrade (2004) encontraram maiores valores de proteína e minerais na carne de animais inteiros. Esse resultado pode ser explicado uma vez que a castração, técnica que vem sendo bastante usada para melhorar a qualidade da carne, com vistas a aumentar o teor de gordura de infiltração, diminuindo o teor de músculo e conseqüentemente de proteínas e minerais na carne. Além disso, Morgan et al. (1993) estudando os efeitos da castração observaram maior reciclagem de proteína no músculo de animais inteiros, diminuindo assim a degradação do músculo, o que contribui para que os inteiros tenham um crescimento mais eficiente e uma carne mais nutritiva. Essa maior reciclagem possivelmente seja explicada pela presença dos hormônios andrógenos, principalmente a testosterona, a qual aumenta secreção da somatotropina que aumenta a síntese de proteína e diminui a lipídica.

A maciez da carne está relacionada com as estruturas protéicas e os tecidos conjuntivo e muscular. De acordo com Osório e Osório (2000), o tecido muscular influi na dureza da carne em função da natureza e atividade de suas próprias proteínas (miofibrilares e citoplasmática). As enzimas miofibrilares são as responsáveis pela instauração do *rigor mortis* pela contração das cadeias de miosina e actina. Desta forma, as proteínas citoplasmáticas são responsáveis pelo processo de maturação ou amaciamento *pós-mortem* e especialmente os dois sistemas proteolíticos, catepsinas e calpains, assim como inibidores específicos, as calpastatinas.

Morgan et al. (1993) analisando dados de bovinos inteiros e castrados observou maior atividade das calpastatinas em animais inteiros, ou seja, as carnes dos bovinos inteiros teriam uma tendência a serem menos macias. Entretanto, o principal elemento responsável pela dureza da base da carne é o de colágeno, já que este não é afetado pela maturação. Vaz et al. (1999) não encontram diferença no teor de colágeno entre bovinos inteiros e castrados, abatidos ao quatorze meses. Morgan et al. (1993) cita que a menor taxa de degradação da proteína ou a maior reciclagem de nitrogênio muscular por parte dos bovinos inteiros pode ser resultado da menor capacidade proteolítica das calpains proteínases devido a maior atividade das calpastatinas. Koohmaraie (1992) descreve que animais castrados alimentados com andrógenos sintéticos aumentam a atividade das calpastatinas, conseqüentemente reduz a degradação muscular. Segundo Osório e Osório (2000) o tecido adiposo também influi diretamente sobre a maciez a partir da gordura intramuscular, já que o aumento da mesma desenvolve uma aparente sensação de suculência que favorecerá a estimulação do fluxo salivar durante a mastigação. Por sua vez, diminui o músculo por unidade de volume, pois substitui proteínas por lipídios, tornando a carne mais tenra ao ser mastigada. Além disso, o tecido adiposo torna as membranas do tecido conjuntivo mais finas e frágeis, ajuda a prevenir a perda de água e o endurecimento por cozimento inadequado. Entretanto, o autor Sainz (1996) reporta baixa correlação entre maciez e gordura entremeada. A gordura subcutânea também apresenta influência sobre a maciez, pois provoca uma redução da velocidade de queda da temperatura durante o esfriamento *pós-mortem*, o que diminui o encurtamento pelo frio (Osório; Osório, 2000). De acordo com Briquet Júnior (1967) e Sainz (1996), quanto mais o animal ganha peso, mais a gordura é de cobertura e não de infiltração na carne (marmoreio), não existindo relação entre as duas. Entretanto, o alto teor de gordura na composição da carne pode causar problemas cardiovasculares. Rodrigues e

Andrade (2004) verificaram que animais castrados apresentaram maior teor de gordura e umidade na carne, Nascimento et al. (1993) e Sainz (1996) também observaram esta tendência. Morgan et al. (1993) e Rodrigues e Andrade (2004) reportam maior maciez da carne dos animais castrados em relação aos inteiros. Entretanto, Vaz et al. (1999) encontraram maciez maior nos bovinos inteiros. Essa maior maciez na carne de bovinos inteiros talvez possa ser explicada, pela maior atividade das enzimas miofibrilares encontrada em animais que tem maior ganho de peso (Carani et al., 2006), o que ocorre com os bovinos inteiros. Field (1971) revisando vários trabalhos sobre animais castrados e inteiros relatou que são comuns os trabalhos que mostram carne mais macia em animais castrados, todavia chama a atenção para o fato disso ocorrer em função do costume de se abaterem bovinos inteiros em idade avançada, conseqüentemente o aumento da maturidade fisiológica, promove o aumento do conteúdo de colágeno no músculo, diminuindo a maciez da carne. Osório e Osório (2000) registraram que à medida que se aumento a energia da dieta aumenta o peso da carcaça e o estado de engorduramento, fator este que reduz o problema de encurtamento pelo frio, conseqüentemente proporciona uma menor dureza da carne.

Em relação à maciez, fica evidente que o maior problema não é o fato de o bovino ser inteiro e sim o mau manejo que estes animais recebem. Cabe então ao produtor realizar um manejo adequado com dietas balanceadas, com teores de energia e proteína suficientes para proporcionar aos animais um ganho de peso satisfatório e conseqüentemente chegarem ao peso de abate ainda jovens, com grau de acabamento adequado. Não somente isso, mas também escolher reprodutores de boa genética, a fim de que estes animais sejam abatidos com idades menores, pois é evidente que não basta somente oferecer uma alimentação adequada se os animais não têm capacidade de responder.

## **2.6 Colesterol na carne bovina**

O colesterol é um álcool policíclico de cadeia longa, usualmente considerado um esteroide comumente presente no leite e nos produtos à base de carne destinados ao consumo humano (Faye et al., 2015). É constituinte normal de todas as células do corpo, sendo que a maior parte, em torno de 70% é proveniente da síntese biológica (colesterol endógeno) e 30% fornecido pela dieta (colesterol exógeno) (Lehninger et al.,

2000; Bragagnolo, 2001). Desta forma, para equilibrar a ingestão de colesterol nos alimentos, os dados sobre seu teor em gorduras comestíveis, presentes principalmente na carne de bovinos são relevantes.

Desempenha funções importantes no organismo humano, no entanto, uma taxa elevada de colesterol no sangue pode ser fator de risco para doenças cardiovasculares, a principal causa de morte no Brasil e em muitos outros países. De acordo com a American Heart Association, para manter níveis adequados de colesterol sanguíneo, a dieta deve ter baixos teores de colesterol, lipídeos e gordura saturada. Valores encontrados na literatura para colesterol em carne variam largamente, podendo ser influenciado por fatores extrínsecos como manejo nutricional, idade, raça, sexo e localização anatômica do músculo (Bragagnolo; Rodriguez-Amaya, 2001).

Conforme Medeiros (2003), pesquisa realizada pelo CEPEA (ESALQ-USP), identificou o teor de colesterol como o principal motivo dos consumidores evitarem o consumo de carne bovina. Talvez um dos motivos seja a divulgação de que as doenças cardiovasculares estejam relacionadas com os altos níveis de colesterol no sangue. Na alimentação humana, atualmente, tem sido dado enfoque especial ao teor de colesterol dos alimentos que, em determinadas circunstâncias, tende a se acumular nas paredes internas dos vasos sanguíneos de grandes e médios calibres, levando à formação de ateroma, além de degenerações e aterosclerose (Larsen, 2012). Desta forma, pesquisadores e profissionais de saúde preconizam que altos níveis de colesterol no plasma possam causar aterosclerose, provocando infartos e trombooses. Para manter o colesterol sanguíneo baixo, a dieta deve ser pobre em lipídeos totais, colesterol e AGS. Assim, os consumidores têm procurado adquirir no mercado alimentos mais saudáveis, com baixas concentrações ou isentos deste composto (Rossato et al., 2010).

Porém, há algumas controvérsias, uma vez que esse esteroide tem papel fundamental nas características de qualidade da carne, pois correlaciona-se positivamente com o grau de marmoreio e palatabilidade. Autores como Cabrera e Saadoun, (2014) abordam que os efeitos negativos na saúde humana não é fator isolado, mas sim um conjunto atrelado também ao sedentarismo e suas consequências.

Ludke et al. (1999) afirmam que o colesterol é uma substância importante para manter a saúde e diversas funções no organismo animal, sem ele, todos os animais, inclusive o homem, poderiam morrer, razão pela qual ele é exigido por todos os tecidos e células vivas do corpo. Suas principais funções são: componente da célula que

desempenha uma importante função estrutural e funcional na membrana plasmática, assim como nas membranas das organelas internas da célula; síntese de ácidos biliares que participam da emulsificação, digestão e absorção de lipídeos e vitaminas lipossolúveis, no intestino delgado; síntese de hormônios esteróides; síntese da vitamina E componente da pele que, junto a outros materiais gordurosos, torna-a altamente resistente à absorção de água e outras substâncias hidrossolúveis, que, se absorvidas, podem causar danos ao organismo. Além disso, o colesterol e outros componentes da pele têm função de prevenir perdas excessivas de água por evaporação, o que acarretaria problemas de desidratação e morte.

Na carne bovina o colesterol está presente na gordura intramuscular, constituídas de fibras muito finas. Perry (2005) observou gordura intramuscular maior quando os animais foram alimentados com grãos quando comparadas às carcaças produzidas em pastagem.

## **2.7 Ácidos graxos presentes na carne bovina**

Os ácidos graxos são unidades fundamentais da maioria dos lipídeos, conhecidos como ácidos carboxílicos na forma esterificada. Segundo Litwińczuk et al. (2016), a composição dos ácidos graxos presentes nos lipídeos influencia na qualidade da carne, sendo que um maior grau de saturação induz a uma menor qualidade. Entretanto, a composição exerce pouca influência no valor comercial da carcaça, comparado ao teor de gordura, característica que desperta no consumidor preocupação em consumir carnes saudáveis e com baixo índice de colesterol. A maior parte dos ácidos graxos que integram os triglicerídeos da carne bovina é relativamente saturada, sendo o palmítico e o esteárico os principais representantes. O ácido oleico é o principal ácido graxo monoinsaturado e o linoleico o principal poliinsaturado. Os AG encontrados na carne, com seus nomes comuns e sistemáticos, são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Principais ácidos graxos encontrados na carne

Símbolo	Nome comum	Nome sistemático
<b>Ácidos graxos saturados</b>		
C12:0	Láurico	Dodecanóico
C14:0	Mirístico	Tetradecanóico
C16:0	Palmítico	Hexadecanóico
C18:0	Estearico	Octadecanóico
C20:0	Araquídico	Eicosanóico
C22:0	Beênico	Docosanóico
C24:0	Lignocérico	Tetradocosanóico
<b>Ácidos graxos insaturados</b>		
C16:1	Palmitoleico	9-hexadecenóico
C18:1	Oleico	9-octadecenóico
C18:2	Linoleico	9,12-octadecadienóico
C18:3	Linolênico	9,12,15-octadecatrienóico
C20:4	Araquidônico	5,8,11,14-eicosatetraenóico
C20:5	EPA	5,8,11,14,17-icosapentaenóico
C22:6	DHA	4,7,10,13,16,19-docosaexaenóico

**Fonte:** Adaptada de Murray et al. (1998)

Os ácidos graxos podem ser classificados pelo tamanho da cadeia carbônica, o grau de saturação e a posição da primeira dupla ligação de carbonos. Os de cadeia longa contêm de 14 a 24 carbonos, enquanto os de cadeia média contêm 6 a 12 carbonos e os de cadeia curta têm 2 a 4 carbonos em cada molécula (Waitzberg, 2008). Podem ainda ser classificados como: ácidos graxos saturados (AGS) sem dupla ligação em suas cadeias, e ácidos graxos insaturados (AGI) com uma ou mais ligações duplas em suas cadeias, sendo estes ainda divididos em: monoinsaturados (com uma insaturação ou dupla ligação) e poliinsaturados (PUFA) com duas ou mais insaturações (Lobato; Freitas, 2006).

A maior composição de AGS e menor de AGI na carne dos ruminantes tem relação com o processo de biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados pela ação de microrganismos ruminais (French et al., 2000), como forma de neutralizar o efeito tóxico do mesmo aos microrganismos ruminais (Ponnampalam et al., 2001).

Os ácidos graxos saturados mais indesejáveis são o palmítico (C16:0) e mirístico (C14:0), pois aumentam a síntese de colesterol e favorecem o acúmulo de lipoproteínas de baixa densidade, o que representa um fator de risco para o aparecimento de doenças cardiovasculares (Cabrera; Saadoun, 2014), sendo então considerados hipercolesterolêmicos. Contudo, o ácido esteárico (C18:0) é uma exceção porque é transformado rapidamente em ácido oleico (ácido graxo monoinsaturado), não exercendo efeito de elevação do colesterol. Desta forma, os ácidos graxos, mono e poliinsaturados, oleico e linoleico possuem propriedades hipocolesterolêmicas. Comportamento neutro foi observado para os ácidos graxos saturados de cadeia curta e média (C4:0; C6:0; C8:0 e C10:0) (Blasbalg et al., 2011), pois não influenciam nos níveis de colesterol.

O motivo da limitação de carne bovina na alimentação humana ocorre pela restrição de gordura saturada. A relação de ácidos graxos saturados com ácidos graxos insaturados é próxima a um, sendo assim, a carne teria em sua composição de gordura, metade de cada um. Além dos aspectos relativos a saúde humana, a composição de ácidos graxos da carne influi no sabor, na vida de prateleira, na consistência da gordura na carcaça fator de suma importância para os frigoríficos. Estudos indicam que os ácidos graxos  $\omega$ -3 e  $\omega$ -6 atuam em diversas funções do organismo como controle da pressão sanguínea, frequência cardíaca, dilatação vascular, coagulação sanguínea e resposta imunológica (Colussi et al., 2017), sendo considerados essenciais, pois o organismo não os produz, devendo ser ingeridos pela alimentação diária.

A proporção dos ácidos graxos poliinsaturados das famílias  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3 é um novo parâmetro de valorização nutricional dos alimentos, uma vez que a falta de  $\omega$ -3 e os excessos de  $\omega$ -6 são responsáveis por doenças degenerativas e ocorrência de câncer. Em dietas ricas em  $\omega$ -6, o organismo produzirá eicosanoides inflamatórios e cancerígenos. Por outro lado, os  $\omega$ -3 são anti-inflamatórios, reduzem os lipídeos sanguíneos, tendo propriedades vasodilatadoras, sendo benéficos na prevenção de doenças cardíacas, hipertensão e diabetes (Pordomingo et al., 2012). Desta forma, a razão  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3 é fundamental para saúde humana, sendo recomendável dietas com proporção 4:1 ou 5:1 (Holman, 1998; Wood et al., 2003).

Os ácidos graxos saturados mais comuns são os de cadeia linear, com número par de átomos de carbono, variando entre 14 a 20 átomos por molécula. Resultados de pesquisas consideram esses AGS como prejudiciais a saúde humana, uma vez que são

considerados hipercolesterolêmicos, sendo os mais preocupantes, neste sentido, o mirístico (C14:0), láurico (C12:0) e palmítico (C16:0) (Cabrera; Saadoun, 2014). Segundo French et al. (2003), destes citados acima, o mais indesejável seria o ácido mirístico (C14:0), que, conforme resultados encontrados por Freitas (2006), representa apenas 3% dos ácidos graxos totais da carne bovina, porém mesmo em pequena quantidade atua de forma prejudicial. O fator mais preocupante é a atuação dos AGS, uma vez que proporcionam o aumento do nível de colesterol sanguíneo por reduzirem a atividade do receptor LDL-colesterol e reduzirem o espaço livre de LDL na corrente sanguínea (Cabrera; Saadoun, 2014). Pesquisas mostram que o ácido esteárico (C18:0), que representa 43% dos ácidos graxos na carne é o único ácido graxo saturado com função neutra ou até mesmo de redução dos níveis de colesterol, uma vez que no organismo se transforma imediatamente em ácido oleico (C18:1  $\omega$ -9) (Freitas, 2006).

Os ácidos graxos insaturados estão presentes nas cadeias que possuem uma ou mais ligações duplas. A presença das duplas ligações leva à possibilidade de ocorrência de isômeros geométricos e de posição. Os isômeros geométricos estão relacionados com a posição relativa dos átomos de hidrogênio ligados ao carbono da dupla ligação. Quando estes se encontram do mesmo lado da cadeia carbonada, trata-se de uma forma *cis*. A grande maioria dos ácidos graxos insaturados presentes na natureza encontra-se sob esta forma. Quando os átomos de hidrogênio se encontram um de cada lado da cadeia carbonada, ocorre a forma *trans*. As moléculas de ácidos graxos na forma *trans* apresentam-se de forma mais linear, em comparação com as dos ácidos na forma *cis*, o que se traduz num ponto de fusão mais baixo. Esta característica mantém-se mesmo que a dupla ligação esteja próxima de uma das extremidades da cadeia (Costa, 2008). Os ácidos graxos na forma *trans* podem ter duas origens, a biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos da dieta, ou os processos de refinação e hidrogenação catalítica, durante o processamento industrial de óleos (Gurr, 1983). Os ácidos graxos poliinsaturados da dieta sofrem nos ruminantes um rearranjo das duplas ligações, o que conduz ao aparecimento de isômeros geométricos e de posição na gordura do leite e da carne destes animais (Kurtz, 1980).

Os ácidos graxos insaturados podem ainda ser divididos em monoinsaturados e poliinsaturados, a distinção ocorre em função da quantidade de duplas ligações. Sendo assim, quando o ácido graxo possui uma única dupla ligação, é conhecido como

monoinsaturado, se contém duas ou mais ligações duplas, é denominado poliinsaturado (Mahgoub et al., 2002).

O principal ácido graxo monoinsaturado presente na carne bovina é o oleico (C18:1  $\omega$ -9). Segundo Freitas (2006) o C18:1  $\omega$ -9 é o ácido graxo monoinsaturado de maior concentração na carne de bovina, representando 88% dos ácidos graxos monoinsaturados. Maiores valores deste em sua forma *cis* são desejáveis, por terem ação hipocolesterolêmica, com a vantagem de não reduzirem o HDL, atuando na proteção contra doenças coronarianas. O teor do ácido oleico apresenta correlação positiva com qualidade sensorial da carne segundo trabalho realizado por Lobato; Freitas (2006).

Dentre os ácidos graxos monoinsaturados o elaídico, C18:1 *trans* 9 e o ácido vacênico C18:1 *trans* 11 estão presentes principalmente na gordura dos ruminantes, podendo atingir até 10% do teor de ácido oleico (Costa, 2008). Os isômeros *trans* do ácido oleico podem influenciar no metabolismo de outros ácidos graxos insaturados, nomeadamente do ácido linoleico (C18:2 *cis* 9 *cis* 12), principal ácido graxo essencial e precursor das prostaglandinas, dada a competição com as dessaturases, envolvidas na sua biossíntese (Gurr, 1983).

Os ácidos graxos poliinsaturados possuem duas ou mais ligações duplas, geralmente em posição *cis* nos óleos e na grande maioria das gorduras animais. A localização da primeira ligação dupla, a contar da extremidade metil do ácido graxo é designada por  $\omega$ - ou n- seguida do número do carbono onde se localiza essa ligação. Por exemplo, o ácido linoleico da família  $\omega$ -6 é designado como C18:2 n-6 ou C18:2  $\omega$ -6, para indicar que possui 18 carbonos e duas ligações duplas, estando a primeira ligação dupla situada no sexto carbono, contando a partir da extremidade do grupo metil. Existem duas séries ou famílias principais de ácidos graxos poliinsaturados, a família ou série  $\omega$ -3 e a família ou série  $\omega$ -6. Os ácidos graxos que constituem estas duas famílias desempenham funções bioquímicas muito distintas e são considerados essenciais devido à incapacidade do organismo de sintetizá-los, sendo assim, precisamos obtê-los por meio da dieta. Os mais representativos na carne bovina são os ácidos linoleico (C18:2  $\omega$ -6) e o araquidônico (C20:4  $\omega$ -6), porém os ácidos eicosapentaenóico (C20:5  $\omega$ -3) e docosahexaenóico (C22:6  $\omega$ -3), têm sido mais enfatizados pelas pesquisas, por demonstrarem efeitos fisiológicos benéficos a saúde humana (Costa, 2008). Na maioria das vezes quanto maior o número de insaturações na cadeia, menores os pontos de fusão

e maiores susceptibilidades à oxidação da gordura ou óleo (Costa, 2008). As principais fontes de ácidos graxos  $\omega$ -3 são os óleos vegetais e o peixe, sendo esse último a maior fonte alimentar de C20:5  $\omega$ -3 (EPA) e C22:6  $\omega$ -3 DHA (Benatti et al., 2004).

O ácido  $\alpha$ -linolênico (C18:3  $\omega$ -3, ALA) é encontrado principalmente nos cloroplastos dos vegetais, no óleo de linhaça, nas nozes, em alguns frutos, na gema do ovo, no leite e na carne. Para uma parte substancial da população mundial, a carne é a principal fonte de ácidos graxos  $\omega$ -3 de cadeia longa na dieta (Ponnampalam et al., 2001). O ácido linoleico, C18:2 *cis* 9 *cis* 12 ou C18:2  $\omega$ -6 está largamente distribuído no reino vegetal. É característico de óleos com importância comercial, tais como óleos de algodão, soja, amendoim, milho e girassol, atingindo valores de 60-70% neste último (Hunter, 1989). É também constituinte da fração lipídica do leite e da carne de diferentes espécies, onde podem ser observados os seus isômeros geométricos. A fração lipídica da carne possui ainda constituintes menores, tais como: vestígios de metais, taninos, flavonoides, compostos fenólicos, glicero-glicolipídeos, pigmentos, hidrocarbonetos e ceras, entre outros (Rossell, 1991). Alguns destes componentes contribuem para a qualidade de óleos ou gorduras enquanto outros são descritos como contaminantes ou impurezas. Foram também identificados na carne e no leite dos ruminantes, isômeros conjugados do ácido linoleico, em particular os ácidos C18:2 *cis* 9 *trans* 11 e C18:2 *trans* 10 *cis* 12 (Chin et al., 1992; Czauderna et al., 2002), conhecidos pelas suas propriedades anticarcinogênicas (Parodi, 1997).

O ácido linoleico conjugado, popularmente conhecido como CLA também caracterizado como um ácido graxo poliinsaturado está presente em produtos de origem animal (Eulitz et al., 1999; Yang et al., 2002; Yurawecz; Morehouse, 2001). O isômero que predomina na carne e no leite é o C18:2 *cis* 9 *trans* 11 (Fritsche; Fritsche, 1998; Parodi, 1997), denominado de ácido rumênico considerado como o principal responsável pela atividade biológica do CLA (Kramer et al., 1998).

Em condições normais, o CLA não faz parte da dieta dos ruminantes. A sua presença no leite e na carne é explicada pela existência de microbiota ruminal, com capacidade para hidrogenar os ácidos graxos poliinsaturados provenientes da dieta (Lucatto et al., 2014). É possível aumentar o teor de CLA no leite e na carne dos ruminantes por meio da manipulação da dieta, suplementando-a com óleos ricos em ácidos graxos poliinsaturados ou aumentando a proporção de forragem na dieta (Bressan et al., 2011). A concentração dos isômeros C18:1 *trans* 11 e CLA no rúmen-

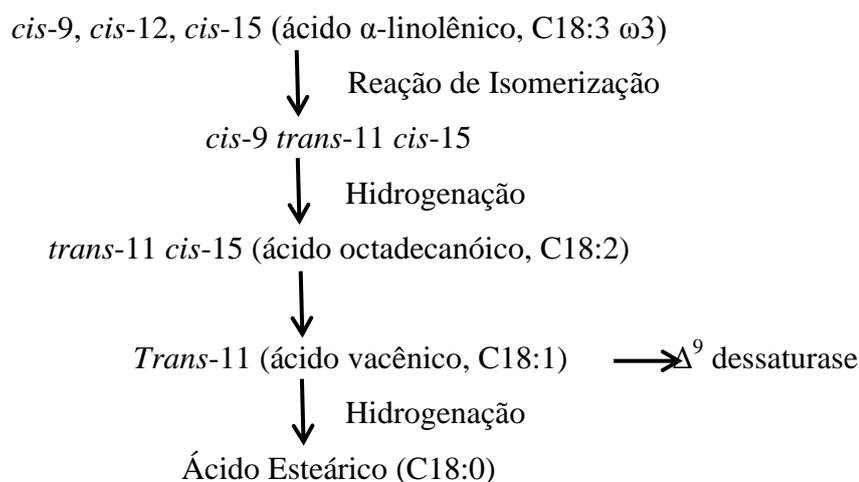
retículo também pode ser aumentada com o decréscimo do pH ruminal e a presença de antibióticos ionóforos, mas sobretudo com o aumento da concentração de ácidos graxos insaturados no rúmen (Bessa et al., 2000).

O pH ruminal desempenha um papel importante na manutenção de condições adequadas à biohidrogenação do ácido linolênico, registrando-se valores  $\leq 6,0$  maior produção de C18:2 *cis* 9 *trans* 11 e C18:2 *trans* 10 *cis* 12 em culturas ruminais (Baumgard et al., 2000; Martin; Jenkins, 2002; Troegeler-Meynadir et al., 2003). Além de formado no rúmen pela biohidrogenação incompleta dos ácidos graxos poliinsaturados da dieta, o CLA é sintetizado de forma endógena, por meio da dessaturação do ácido graxo C18:1 *trans* 11 pela enzima  $\Delta^9$  dessaturase existente na glândula mamária e no tecido adiposo (Corl et al., 2001; Griinari; Bauman, 1999; Griinari et al., 2000; Griinari et al., 1997; Kay et al., 2004). Esta via bioquímica é responsável pela maioria do CLA existente nos produtos lácteos (Jiang et al., 1999) e na carne (Mulvihill, 2001). Como são mais difíceis de hidrogenar, os isômeros *trans* acumulam-se no rúmen e são absorvidos e incorporados no leite e na carne (Van Soest, 1994). Tendo por base a razão C18:1 *trans* 11/C18:2 *cis* 9 *trans* 11, Gillis et al. (2003) e Lock e Garnsworthy (2002) estimaram que mais de 86% do *cis* 9 *trans* 11 CLA na gordura intramuscular do bovino tem origem endógena. Contrariamente ao verificado para o C18:2 *cis* 9 *trans* 11, não existem estudos tão detalhados sobre a síntese de outros isômeros de CLA, provavelmente porque alguns deles existem em quantidades inferiores a 0,05% na gordura do leite e da carne e o seu significado biológico ainda não é bem conhecido.

Com exceção dos isômeros C18:2 *cis* 9 *trans* 11, C18:2 *trans* 10 *cis* 12 e C18:2 *trans* 7 *cis* 9, a informação sobre os fatores que influenciam o teor dos isômeros do CLA no leite e na carne é limitada. A síntese de CLA por ação da enzima  $\Delta^9$  dessaturase ocorre no tecido adiposo dos mamíferos a partir do C18:1 *trans* 11 (Adolf et al., 2000; Eggert et al., 2001; King et al., 2005; Ramsay et al., 2004; Santora et al., 2000; Turpeinen et al., 2002) e do 18:1 *trans* 7 (Salminen et al., 1998). Nos humanos o CLA se deposita preferencialmente no tecido adiposo e no pulmão e o seu teor depende da ingestão de carne e leite de ruminantes (Jiang et al., 1999). A acumulação de CLA nos humanos é maior quando ocorre a ingestão de C18:1 *trans* 11 do que do próprio CLA (Banni et al., 2001; Santora et al., 2000).

A figura 1 abaixo mostra o processo de biohidrogenação do ácido  $\alpha$ -linolênico por meio de uma sequência de reações. Primeiro ocorre à isomerização através da conversão

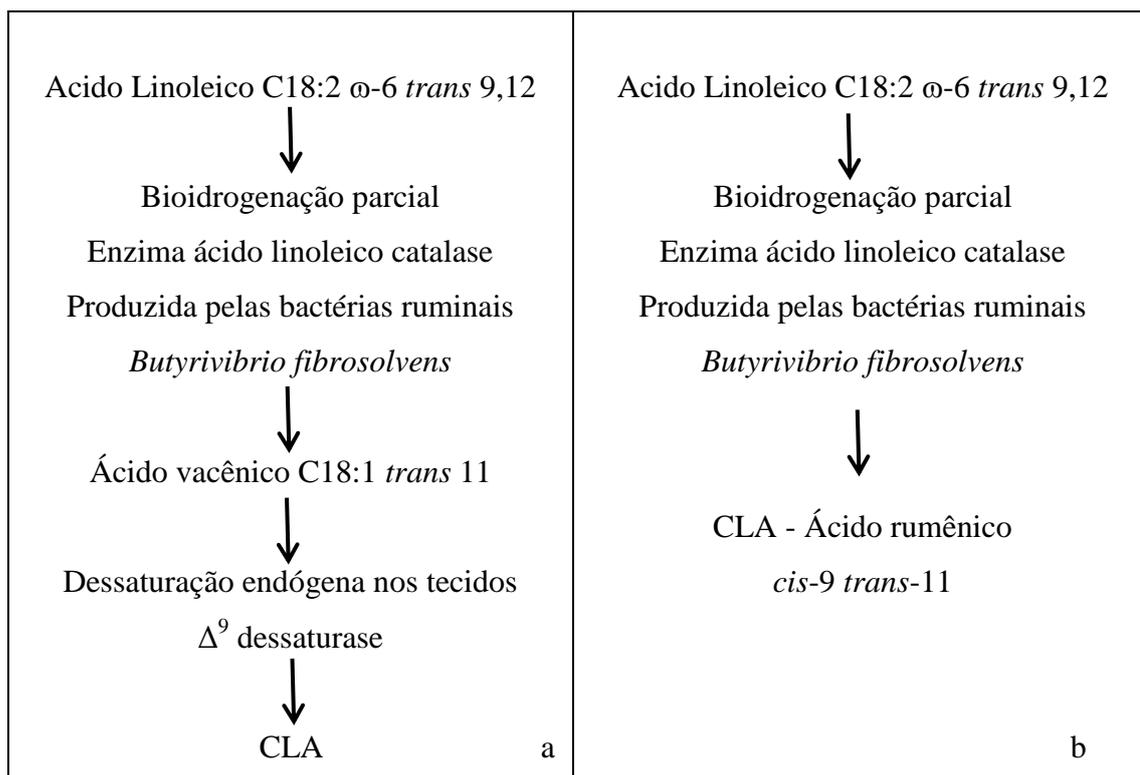
do ácido  $\alpha$ -linolênico *cis* 9,12,15 para a forma *cis* 9 *trans* 11 *cis* 15 (ácido linoleico conjugado) pela bactéria *Butyrivibrio fibrisolvens*. A maioria dos ácidos linoleicos conjugados produzidos no rúmen é hidrogenada a ácido octadecenoico *trans* 11 (ácido vacênico) que, subsequentemente, é hidrogenado a ácido esteárico. Entretanto, pequenas quantidades de isômeros *trans* e CLA escapam da hidrogenação e são absorvidos pelo intestino delgado. Esses isômeros são incorporados ao leite e carne, o que explica o conteúdo relativamente alto em produtos derivados desses animais (Drackley, 2000).



**Figura 1:** Bioidrogenação do ácido  $\alpha$ -linolênico pelas bactérias ruminais

**Fonte:** Adaptada de Ladeira; Oliveira (2006)

A Figura 2 apresenta as rotas metabólicas dominantes para a formação do ácido linoleico conjugado. Uma das vias ocorre a nível ruminal, porém é necessário ressaltar que as concentrações dos isômeros C18:1 *trans* e CLA no retículo-rúmen aumenta com vários fatores, tais como o pH ruminal e a presença de antibióticos ionóforos, mas, sobretudo, com o aumento da concentração de ácidos graxos insaturados no rúmen (Bessa et al., 2000).



**Figura 2:** Formação do Ácido Linoleico Conjugado endógeno (a) e no rúmen (b)

**Fonte:** Adaptada de French et al. 2000

O CLA possui duas duplas ligações separadas por apenas uma ligação simples denominada insaturação conjugada. A conjugação da dupla ligação geralmente ocorre nas posições 9 e 11 ou 10 e 12, podendo apresentar configuração geométrica nas formas *cis-cis*, *cis-trans*, *trans-cis* e *trans-trans* (Abu-Ghazaleh et al., 2001) sendo as *cis* 9, *trans* 11 CLA dos tecidos animais sintetizada pela  $\Delta^9$  dessaturase no rúmen (Kim et al., 2009).

O ácido linoleico conjugado apresenta nove diferentes isômeros, sendo o mais abundante a isoforma *cis* 9, *trans* 11 C18:2 (ácido rumênico), que representa de 80 a 90% do total de gordura intramuscular e subcutânea de bovinos (Cabrera; Saadoun, 2014). Outra forma de sintetizar CLA na carne de ruminantes é a ação da enzima  $\Delta^9$  dessaturase sobre o ácido vacênico (C18:1 *trans* 11), no próprio tecido adiposo (Bauman et al., 2000). Para transformar o ácido linoleico em ácido vacênico é importante a presença da enzima *cis* 12, *trans* 11 linoleato isomerase que catalisa a reação, sendo necessários radicais carboxila (COOH) livres (Kepler et al., 1966),

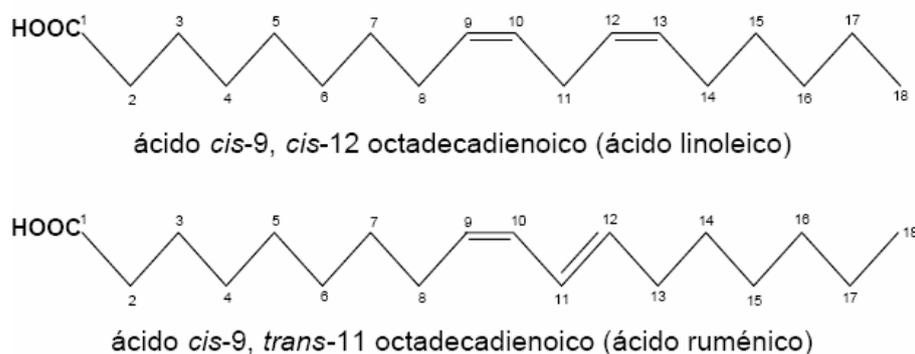
oriundos da lipólise dos galactolipídeos, fosfolipídeos e triglicerídeos da dieta, que acontece anterior à isomerização.

O conteúdo de CLA na gordura da carne de ruminantes está entre 2,7 e 5,6 mg/g, essa variação está associada a fatores como fermentação ruminal, relação volumoso:concentrado, níveis de ingestão, consumo de plantas ricas em ácido linoleico e a espécie animal (Cabrera; Saadoun, 2014). Pordomingo et al. (2012) analisaram o perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular de bovinos e observaram que animais que consumiram exclusivamente pastagem de gramíneas, apresentaram menores teores de ácidos graxos saturados na carne, além de apresentarem maiores teores de ácidos graxos poliinsaturados e monoinsaturados e alta concentração de CLA quando comparados a um grupo de animais que recebiam dieta de alto concentrado.

O objetivo principal dos consumidores em aumentar os teores de CLA visa uma maior ingestão de produtos ricos nesses ácidos graxos que atuam nos efeitos biológicos benéficos a saúde humana como: prevenção de câncer, redução da obesidade e colesterol. A atividade anti carcinogênica do CLA, em sua forma *cis* 9, *trans* 11, foi a primeira propriedade a atrair interesse, uma vez que esse é o mais potente anticarcinogênico de origem animal conhecido pelo homem, sendo os efeitos do CLA considerados pela *National Academy of Science American*. Autores como Vannice e Rasmussen (2014) relatam que além de atacar as células tumorais já presentes no organismo, o CLA *cis* 9, *trans* 11 atua reduzindo tumores previamente formados.

Portanto, as pesquisas têm relatado a atuação e benefícios do CLA no organismo humano, desta forma, para prosseguir os estudos é necessário continuar analisando a composição dos ácidos graxos nos alimentos. A técnica mais eficiente e utilizada nos trabalhos consiste na cromatografia gasosa, porém, é preciso que a matéria graxa total das amostras seja extraída e posteriormente derivatizada, que seria a conversão dos ácidos graxos em ésteres metílicos de ácidos graxos, em que, nesse processo, permite que os ácidos graxos tornem-se menos polares e mais voláteis (Simionato, 2008).

Na figura 3 é possível observar uma representação gráfica do ácido linoleico (C18:2 *cis* 9,12) e do seu isômero conjugado C18:2 *cis* 9 *trans* 11 (ácido rumênico).



**Figura 3:** Representação gráfica do ácido linoleico (C18:2 *cis* 9,12) e do seu isômero conjugado C18:2 *cis* 9 *trans* 11 (ácido rumênico)

**Fonte:** Bessa, 1999.

Padre et al. (2006) analisaram o músculo *Longissimus thoracis* de animais castrados e não castrados terminados em sistemas extensivo de pastagem, apresentaram resultados na composição de valores que variaram de 72,34 e 73,73 g/100g de umidade e lipídeos totais e 1,03 e 0,90 g/100g, respectivamente, constatando a variação nas diferentes condições sexuais destes animais e que o teor de umidade da carne está inversamente relacionado com o teor de lipídeos totais. Pesquisa realizada por Climaco et al. (2006) em carne de bovinos não castrados ou castrados Nelore de 28 meses em média, revelou um maior teor de umidade em animais não castrados com 76,01 g/100g comparado aos castrados com 75,20 g/100g, entretanto maiores valores de lipídeos totais foram encontrados em animais castrados com 5,88 g/100g e não castrados com 2,66 g/100g. Autores como Brugiapaglia et al. (2014) analisando a composição química, ácidos graxos e colesterol no músculo *Longissimus thoracis* de touros jovens das raças Piemontes, Limousin e Holandesa e De Freitas et al. (2014) avaliando a composição química do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos Hereford e Braford terminados em pastagens ou em confinamento no sul do Brasil encontraram valores de umidade próximos com os relatados nos presente trabalho variando de 67,12 a 71,69 %.

## 2.7 Saúde humana e carne bovina

Ao longo dos anos, a grande preocupação dos consumidores em adquirir produtos de origem animal com qualidade. Antes, o foco principal dos produtores e pesquisadores era buscar alternativas para maximizar a produção de animais destinados ao abate em um curto período de tempo, com o intuito de atender a demanda, porém observa-se hoje uma mudança no direcionamento das pesquisas. São inúmeros os estudos que buscam alternativas de manejos dos animais com o objetivo de produzir carne de qualidade para os consumidores que estão cada vez mais exigentes (Gama et al., 2013).

A restrição no consumo de carne esta baseada na hipótese de que a ingestão de colesterol e ácidos graxos saturados, presentes na carne, seja a principal causa do desenvolvimento de aterosclerose e doenças coronarianas. Entretanto, essas doenças são multifatoriais e que a dieta é apenas um entre muitos fatores, como o tabagismo, alcoolismo, idade, atividade física, ingestão calórica e genótipo do indivíduo. A recomendação de consumo de carne leva em conta também que os produtos cárneos são consumidos *in natura* e processados, e o processamento pode alterar negativamente a composição e o valor nutricional da carne, como o acréscimo de gordura, sódio, antioxidantes, nitrito e nitratos. Nas últimas décadas, a carne de animais ruminantes sofreu intenso ataque de profissionais da área da saúde, que a colocavam como um produto prejudicial à saúde humana. Isto ocorreu devido aos maiores teores de ácidos graxos saturados (AGS) nas carnes de ruminantes, em relação às carnes de outros animais, principalmente de peixes e aves (Barbosa, 2013).

Porém, existem controvérsias na literatura, uma vez que resultados de pesquisas realizadas ao longo dos anos mostram a importância no consumo de carne vermelha, vista como indispensável devido aos seus nutrientes e baixo valor energético. É caracterizada como uma das principais fontes de proteínas, possui aminoácidos essenciais como: histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina. Como necessitamos de todos esses aminoácidos que não são sintetizados pelo organismo, a única maneira de obtê-los é por meio da ingestão de fontes nutricionais. Desta forma, é preciso ressaltar que prejudicial é o consumo descontrolado de qualquer alimento, que, assim como a carne pode trazer danos graves à saúde (Cabrera; Saadoun, 2014).

A carne bovina apresenta em sua composição uma proporção alta de gorduras saturadas quando comparadas as carnes de outras espécies como aves e peixes, sendo assim, pode ampliar riscos de doenças cardiovasculares e alguns tipos de cânceres (Cabrera; Saadoun, 2014), desta forma, a alimentação deve ser feita de maneira balanceada, com intuito de nutrir o organismo de forma equilibrada. O consumo de carne vermelha é altamente necessário para a nossa nutrição, seus componentes são indispensáveis à vida e devem estar presentes na dieta diária para compor uma vida saudável, mesmo que não haja a ingestão de carne é necessário que se faça reposição destas proteínas por outros alimentos.

O consumo excessivo de gorduras não deve ser confundido com o consumo de carne vermelha. Neste sentido foi evidenciado que a simples classificação entre gorduras insaturadas, presentes em grande quantidade em produtos vegetais como o azeite de oliva, e as gorduras saturadas, provenientes em produtos de origem animal, não explicavam por si só o desenvolvimento de infartos por aumento da quantidade de colesterol no sangue. Também foi descoberto que a ingestão de ácidos graxos de origem vegetal, desde que na forma “*trans*”, que é produto da hidrogenação de muitas margarinas, está altamente correlacionada a doenças cardiovasculares, podendo ser mais prejudiciais à saúde que a tradicional manteiga. A partir destas controvérsias, as descobriram outras substâncias que influenciavam de maneira benéfica na saúde humana, como a presença do ácido linoleico conjugado (CLA). A importância deste se deve as suas propriedades especiais, que colaboram para a diminuição do colesterol, prevenção do diabetes, diminuição da aterogênese e ativação do sistema imune (Morales et al., 2012).

O CLA está presente em maior quantidade nos produtos de origem animal, cuja maior concentração está sempre em alimentos provenientes de ruminantes (bovinos, ovinos etc) do que de monogástricos (suíno, frango, peixes etc). Assim, as principais fontes de CLA na nutrição humana são o leite e a carne de ruminantes. Esse apresenta diferentes quantidades na carne bovina podendo sua concentração ser aumentada ou diminuída devido a alguns fatores como a alimentação e genética. Assim, a concentração da CLA na carne bovina pode ser um fator a ser explorado na comercialização da carne como um produto diferenciado, que previne distúrbios metabólicos e auxilia na redução do aparecimento e desenvolvimento de tumores. Com isto, percebe-se que o universo da alimentação humana e saúde se mostra muito mais

complexo do que as simples classificações das tabelas de alimentos que são divulgadas. E que evidências como a caracterização de substâncias benéficas à saúde, como a concentração de CLA na carne bovina pode ser um forte aliado ao aumento do consumo da mesma, através da exploração de suas propriedades como produto diferenciado, incidindo diretamente em aumento do retorno econômico da atividade pecuária, além da melhoria da qualidade de vida humana, que tanto interessa aos técnicos da área (Morales et al., 2012).

## REFERÊNCIAS

ABU-GHAZALEH, A. A.; SCHINGOETHE, D. J.; HIPPEN, A. R. Conjugated linoleic acid and other beneficial fatty acids in milk fatty from cows fed soybean meal, fish meal, or both. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, p. 1845-1850, 2001.

ADOLF, R.; DUVAL, S.; EMEKEN, E. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in humans. **Lipids**, Champaign, v. 35, p.131-135, 2000.

AMATAYAKUL-CHANTLER, S.; HOE, F.; JACKSON, J. A.; ROCA, R. O.; STEGNER, J. E.; KING, V.; WALKER, J. Effects on performance and carcass and meat quality attributes following immunocastration with the gonadotropin releasing factor vaccine bopriva or surgical castration of *Bos indicus* bulls raised on pasture in Brazil. **Meat Science**, v. 95, n. 1, p. 78–84, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.008>

AMATAYAKUL-CHANTLER, S.; JACKSON, J. A.; STEGNER, J.; KING, V.; RUBIO, L. M. S.; HOWARD, R.; WALKER, J. Immunocastration of *Bos indicus* × brown swiss bulls in feedlot with gonadotropin-releasing hormone vaccine bopriva provides improved performance and meat quality. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 11, p. 3718–3728, 2012. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2011-4826>.

AMERICAN HEART ASSOCIATION, 2008. **Heart and Stroke Encyclopedia Dietary Guidelines for Healthy American Adults Cholesterol Fat**. <http://www.americanheart.org>.

ANDREO, N.; BRIDI, A. M.; TARSITANO, M. A.; PERES, L. M.; BARBON, A. P. A. C.; ANDRADE, E. L.; PROHMANN, P. E. F. Influência da imunocastração (Bopriva<sup>®</sup>) no ganho de peso, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos Nelore. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 4121-4132, 2013.

ANDREO, N.; BRIDI, A. M.; SOARES, A. L.; PROHMANN, P. E. F.; PERES, L. M.; TARSITANO, M. A.; GIANGARELI, B. de L.; TAKABAYASHI, A. A. Fatty acid profile of beef from immunocastrated (BOPRIVA<sup>®</sup>) Nelore bulls. **Meat Science**, v. 117, n. 1, p. 12–17, 2016.

ANTUNES, R. S. **Metabolismo dos carboidratos não estruturais**. Nutrição de Ruminantes, 2<sup>a</sup> ed., Funep, p. 239-260, 2011.

ARRIGONI, M. B.; ALVES JÚNIOR, A.; DIAS, P. M. A. et al. Desempenho, fibras musculares e carne de bovinos jovens de três grupos genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.1033-1039, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE – ABIEC. Brasil será o maior produtor mundial de carne bovina em cinco anos, prevê

Abiec. **Website**. 2015. Disponível em: <http://sna.agr.br/brasil-sera-o-maior-produtor-mundial-de-carne-bovina-em-5-anos-preve-abiec/>. Acesso em: 19 abril. 2018.

BANNI, S.; ANGIONI, E.; MURRU, E.; CARTA, G.; MELIS, M. P.; BAUMAN, D.; DONG, Y.; IP, C. Vaccenic acid feeding increases tissue levels of conjugated linoleic acid and suppresses development of premalignant lesions in rat mammary gland. **Nutrition and Cancer**, Hillsdale, v. 41, p. 91-97, 2001. <http://dx.doi.org/10.1080/01635581.2001.9680617>.

BARBOSA, A. C. O. **Aspectos positivos relacionados ao consumo de carne bovina**. 2013. 38f. Monografia (Curso de Medicina Veterinária da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária) Universidade de Brasília, Brasília - DF, 2013.

BARBOSA, P. F. Tamanho da estrutura corporal e desempenho produtivo de bovinos de corte. **Anais de Simpósios da 43ª Reunião Anual da SBZ – João Pessoa – PB**, 2006.

BAUMAN, D. E.; BAUMGARD, L. H.; CORL, B. A.; GRINARI, D. J. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 1-15, 2000.

BAUMGARD, L. H.; CORL, B. A.; DWYER, D. A.; SAEBO, A.; BAUMAN, D. E. Identification of the conjugated linoleic acid isomer that inhibits milk fat synthesis. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v. 278, p. 179-184, 2000. <http://dx.doi.org/10.1152/ajpregu.2000.278.1.R179>.

BEAUCHEMIN, K. A.; FARR, B. I.; RODE, L. M.; SCHAALJE, G. B. Effects of alfalfa silage chop length and supplementary long hay on chewing and milk production of dairy cows. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 77, p. 1326–1339, 1994.

BENATTI, P.; PELUSO, G.; NICOLAI, R.; CALVANI, M. Polyunsaturated fatty acids: Biochemical, nutritional and epigenetic properties. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 23, p. 281-302, 2004.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição. (Eds). **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.565-600.

BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. Austrália: Sydney University Press, 240p. 1976.

BESSA, R. J. B. Revalorização nutricional das gorduras dos ruminantes. In: SYMPOSIUM EUROPEO - ALIMENTACIÓN EN EL SIGLO, 21, 1999, Badajoz. **Proceeding...** Badajoz: Colegio Oficial de Veterinarios de Badajoz, Badajoz, 1999. p. 283-313.

BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, J.; RIBEIRO, J. M. R.; PORTUGAL, A. V. Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. **Livestock Production Science**, v. 63, n. 3, p. 201-211, 2000. [http://dx.doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00117-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00117-7).

BLASBALG, T. L.; HIBBELN, J. R.; RAMSDEN, C. E.; MAJCHRZAK, S. F.; RAWLINGS, R. R. Changes in consumption of omega-3 and omega-6 fatty acids in the United States during the 20th century. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 93, n. 5, p. 950–962, 2011.

BOITO, B. Influência da gordura subcutânea de novilhos terminados em confinamento nas características de carcaça e carne. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, 2014.

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**. p. 393 - 402. 2001.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Determinação de colesterol em carne: comparação de um método colorimétrico e um método por cromatografia líquida de alta eficiência. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 60, p. 53-57, 2001.

BRESSAN, M.C.; ROSSATO, L. V.; RODRIGUES, E. C.; ALVES, S. P.; BESSA, R. J. B.; RAMOS, E. M.; GAMA, L. T. Genotype × environment interactions for fatty acid profiles in *Bos indicus* and *Bos taurus* finished on pasture or grain. **Journal of Animal Science**, n.89, p.221-232, 2011. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2009-2672>.

BRETSCHNEIDER, G. Effects of age and method of castration on performance and stress response of beef male cattle: A review. **Livestock Production Science**, v. 97, n. 2, p. 89-100, 2005.

BRIDI, A. M. **Qualidade da carne para o mercado internacional**. Universidade Estadual de Londrina; Londrina/PR, p. 15, 2004a.

BRIQUET JÚNIOR, R. **Melhoramento genético animal**. São Paulo: USP, 1967. 269 p.

BRODY, S. **Bioenergetics and growth**. New York: Reinhold, 1945.

CABRERA, M. C.; SAADOUN, A. An overview of the nutritional value of beef and lamb meat from South America. **Meat Science**, v. 98, p. 435–444, 2014.

CARANI, F. R.; MOREIRA, P. S. A.; CARVALHO, R. F.; PADOVANI, C. R.; CHARDULO, L. A. L.; SILVA, M. D. P. Histochemistry and growth characteristics of bovine semitendinosus muscle exposed to recombinant bovine somatotropin (rbst). **Brazilian Journal of Morphological Sciences**, v. 23, n. 2, p. 263-270, 2006.

CARVALHO, F. S. R.; SILVA, C. R.; HOE, F. Impacto da castração cirúrgica no ganho de peso e estado clínico de bovinos de corte. **A Hora Veterinária Revista de Ensino Pós Universitário**, Porto Alegre, v. 179, p. 18-21, 2011.

CAVALCANTE, A., S., A. **Estudo meta-analítico de características relacionadas à qualidade da carne e da carcaça em bovinos**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade federal de Goiás - Escola de Veterinária e Zootecnia, Goiânia, 2017.

CHIN, S. F.; LIU, W.; STORKSON, J. M.; HÁ, Y. L.; PARIZA, M. W. Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 5, p. 185-197, 1992.

COLUSSI, G.; CATENA, C.; NOVELLO, M.; BERTIN, N.; SECHI, L. A. Impact of omega-3 polyunsaturated fatty acids on vascular function and blood pressure: Relevance for cardiovascular outcomes. **Nutrition Metabolism Cardiovascular Diseases**, v. 27, n. 3, p. 191-200, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.numecd.2016.07.011>.

CORL, B. A.; BAUMGARD, L. H.; DWYER, D. A.; GRINARI, J. M.; PHILLIPS, B. S.; BAUMAN, D. E. The role of  $\Delta^9$  desaturase in the production of *cis*-9, *trans*-11 CLA. **The Journal of Nutrition Biochemistry**, Stoneham, v. 12, p.622-630, 2001.

COSTA, D. P. B.; HIRATSUKA, K. P.; MOURÃO, R. C.; SILVA, J. G. **Peso das vísceras de búfalos e bovinos castrados e inteiros**: In: CONGRESSO NACIONAL DE ZOOTECNIA, 10., 2005. Campo Grande. Anais... Campo Grande: ZOOTEC, 2005. 1 CD.

COSTA, E.C.; RESTLE, J.; PASCOAL, L.L. Desempenho de novilhos Red Angus superprecoce, confinados e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.129-138, 2002.

COSTA, P.; ROSEIRO, L. C.; BESSA, R. J. B.; PADILHA, M.; PARTIDÁRIO, A.; MARQUES ALMEIDA, J.; CALKINS, C. R.; SANTOS, C. Muscle fiber and fatty acid profiles of Mertolenga- PDO meat. **Meat Science**, Toronto, v. 78, n. 4, p. 502-512, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.020>.

CZAUDERNA, M.; KOWALCZYK, J.; POTKANSKI, A.; SZUMACHER-STRABEL, M. Determination of conjugated fatty acid in ovine milk, meat, fat and intestinal digesta. **ARS Separatoria Acta**, Torun, v. 1, p. 104-110, 2002.

DAWSON, K. A. **Some milestones in our understanding of yeast culture supplementation in ruminants and their implications in animal production systems**, 2000.

DE FREITAS, V. M.; LEÃO, K. M.; ARAUJO NETO, F. R.; MARQUES, T. C.; FERREIRA, R. M.; DE OLIVEIRA, E. B. Effects of surgical castration, immunocastration and homeopathy on the performance, carcass characteristics and behaviour of feedlot-finished crossbred bulls. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1725-1734, 2015. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3p1725>.

DIAS, A. M.; OLIVEIRA, L. B.; ÍTAVO, L. C. V.; MATEUS, R. G.; GOMES, E. N. O.; COCA, F. O. C. G.; ÍTAVO, C. C. B. F.; NOGUEIRA, É.; MENEZES, B. B.;

MATEUS, R. G. Finishing of Nellore steers, castrated and no-castrated, in feedlot diet with high-grain. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, v.17, n.1, p.45-54, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-9940201600010000545>.

DINIZ, F. B.; VILLELA, S. D. J.; MOURTHÉ, M. H. F.; PAULINO, P. V. R.; BOARI, C. A.; RIBEIRO, J. S.; BARROSO, J. A.; PIRES, A. V.; MARTINS, P. G. M. A. Evaluation of carcass traits and meat characteristics of Guzerat-crossbred bulls. **Meat Science**, v. 112, p. 58-62, 2016.

DOMBROSKI, T. **Qualidade de carne de bovinos suplementados com levedura viva e ureia protegida**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Mato Grosso, 2015.

DOMINGUES, O. **Introdução à zootecnia**. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1968. 392 p.

DRACKLEY, J. K. **Lipid metabolism**. In: DE'MELLO, J. P. F. (Ed.). Farm animal metabolism and nutrition. Urbana, Illinois: University of Illinois. Department of Animal Sciences, p. 97-119, 2000.

DUCATTI, T.; PRADO, I. N.; ROTTA, P. P.; et al. Chemical composition and fatty acid profile in crossbred (*Bos taurus* vs. *Bos indicus*) young bulls finished in feedlot. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 22, p. 433-439, 2009.

EGGERT, J. M.; BELURY, M. A.; KEMPA-STECZKO, A.; MILLS, S. E.; SCHINCKEL, A. P. Effects of conjugated linoleic acid on the belly firmness and fatty acid composition of genetically lean pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 11, p. 2866-2872, 2001.

**EMBRAPA** - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cultivo do milho-2013. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/importancia.htm>

EULITZ, K.; YURAWECZ, M. P.; SEHAT, N.; FRITSCH, J.; ROACH J. A. G.; MOSSOBA, M. M.; KRAMER, J. K. G.; ADLOF, R. O.; KU, Y. Preparation, Separation, and Confirmation of the Eight Geometrical cis/trans Conjugated Linoleic Acid Isomers 8,10- Through 11,13-18:2. **Lipids**, v. 34, p. 873-877, 1999.

FAYE, B.; BENGOUNI, M.; AL-MASAUD, A.; KONUSPAYEVA, G. Comparative milk and serum cholesterol content in dairy cow and camel. **Journal of King Saud University-Science**, v. 27, n. 2, p. 168-175, 2015.

FEIJÓ, G.L.D. Castração de bovinos de corte: a decisão é do produtor. **Boletim informativo, CNPGC/ EMBRAPA**. 1998.

FIELD, R. A. Effect of castration on meat quality and quantity. **Journal of Animal Science**, v. 32, n. 5, p. 849-857, 1971.

FRANÇA, R. A.; RIGO, E. J. Utilização de leveduras vivas (*Saccharomyces cerevisiae*) na nutrição de ruminantes - Uma revisão. **FAZU em Revista**, n. 08, 2012.

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

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

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

FRITSCHÉ, S.; FRITSCHÉ, J. Occurrence of conjugated linoleic acid isomers in beef. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 75, p. 1449-1451, 1998.

GAMA, L. T.; BRESSAN, M.C.; RODRIGUES, E.C.; ROSSATO, L.V.; MOREIRA, O.C.; ALVES, S.P.; BESSA, R. J. B. Heterosis for meat quality and fatty acid profiles in crosses among *Bos indicus* and *Bos taurus* finished on pasture or grain. **Meat Science**, v. 93, p. 98–104, 2013.

GILLIS, M. H.; DUCKETT, S. K.; SACKMANNI, J. R.; KEISLER, D. H. Effect of rumen-protected conjugated linoleic acid (CLA) or linoleic acid on leptin and CLA content of bovine adipose depots. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 12-12, 2003.

GOMES, L. C. G. Quando castrar bovinos. **Revista Cultivar Bovinos**, Pelotas, v. 8, 2004. Disponível em: < <http://www.grupocultivar.com.br/artigos/quando-castrar-bovinos>>. Acesso em: 20 abril 2018.

GRIINARI, J. M.; BAUMAN, D. E. **Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants**. In: YURAWECZ, M. P.; MOSSOBA, M. M.; KRAMER, J. Q. J.; PARIZA, M. W.; NELSON, G. J. *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research.*, Champaign: AOCS Press; 1999. p.180-200.

GRIINARI, J. M.; CHOUINARD, P. Y.; BAUMAN, D. E. **Trans fatty acid hypothesis of milk fat depression revised**. In: PROC. Cornell Nutr. Conf. Feed Manuf. Rochester: Ithaca: Cornell Universidad, 1997. p. 208-216.

GRIINARI, J. M.; CORL, B. A.; LACY, S. H.; CHOUINARD, P. Y.; NURMELA, K. V. V.; BAUMAN, D. E. Conjugated Linoleic Acid is synthesized endogenously in

lactating dairy cows by  $\Delta 9$  desaturase. **Journal of Nutrition**, Boston, v. 130, n. 9, p. 2285-2291, 2000.

GURR, M. I. **The nutritional significance of lipids**. In: FOX, P. F. (Ed.). *Developments in dairy chemistry*. New York: Applied Science, 1983.

GUYTON, A. C. **Fisiologia Humana**. Rio de Janeiro: Guanabara, 6 ed., 1988. 564p. (Tradução por Charles Alfred Esberard).

HADLICH, J. C.; CURI, R. A.; SILVA, M. G. B. Maciez da carne bovina e sua relação com o crescimento e os tipos de fibras musculares. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v.11, p.421-430, 2013.

HAFEZ, E. S. E. *Reprodução animal*. São Paulo: Manole, 6 ed., 1995. 582 p.

HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. *Reprodução Animal*. São Paulo, Brasil: **Manole**, 7ed, 24 2004, 513p.

HERNANDEZ, J. A.; ZANELLA, E. L.; BOGDEN, R.; AVILA, D. M.; GASKINS, C. T.; REEVES, J. J. Reproductive characteristics of grass-fed, luteinizing hormone-releasing hormone-immunocastrated *Bos indicus* bulls. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 12, p. 2901-2907, 2005.

HOLMAN, R. T. The slow discovery of the importance of omega 3 essential fatty acids in human health. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 128, p. 427- 433, 1998.

HORIMOTO, A. R. V. R. Estimativas de parâmetros genéticos para escores de estrutura corporal (frame) em bovinos de corte da raça Nelore. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia). Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.

HUNTER, J. E. Omega-3 fatty acids from vegetable oils. (eds) GALLI, C.; SIMOPOULOS, A. P: *Biological Effects and Nutritional Essentiality*. Series A: **Life Sciences New York**, Plenum Press, v. 171, p. 43-55, 1989.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatística da produção pecuária - 2017. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>.

JANETT, F.; GERIG, T.; TSCHUOR, A. C.; AMATAYAKUL-CHANTLER, S.; WALKER, J.; HOWARD, R.; BOLLWEIN, H.; THUN, R. Vaccination against gonadotropin-releasing factor (GnRF) with Bopriva significantly decreases testicular development, serum testosterone levels and physical activity in pubertal bulls. **Theriogenology**, v. 78, p. 182–188, 2012.

JIANG, J.; WOLK, A.; VESSBY, B. Relation between the intake of milk fat and the occurrence of conjugated linoleic acid in human adipose tissue. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 70, p. 21-27, 1999.

KAY, J. K.; MACKLE, T. R.; AULDIST, M. J.; THOMSON, N. A.; BAUMAN, D. E. Endogenous synthesis of *cis-9, trans-11* conjugated linoleic acid in dairy cows fed fresh

pasture. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, n. 2, p. 369-378, 2004. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73176-8](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73176-8).

KEPLER C. R.; HIRONS K. P.; MCNEILL J. J.; TOVE S. B. Intermediates and products of the biohydrogenation of linoleic acid by *Butyrivibrio fibrisolvens*. **Journal Biological Chemistry**, v. 241, p. 1350–1354, 1966.

KIM, E. J.; HUWS, A. S.; LEE, M. R. F.; SCOLLAN, N. D. Dietary Transformation of Lipid in the Rumen Microbial Ecosystem. **Journal Animal Science**, v. 22, n. 9, p. 1341-1350, 2009. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2009.r.11>.

KING, D. A.; BEHREND, J. M.; JENSCHKE, B. E.; RHOADES, R. D.; SMITH, S. B. Positional distribution of fatty acids in triacylglycerols from subcutaneous adipose tissue of pigs fed diets enriched with conjugated linoleic acid, corn oil, or beef tallow. **Meat Science**, Toronto, v. 67, n. 4, p. 675-681, 2005.

KOOHMARAIE, M. The role of Ca<sup>2+</sup> dependent proteases (calpains) in post mortem proteolysis and meat tenderness. **Biochimie**, v.74, n. 3 p. 239–245, 1992.

KRAMER, J. K. G.; PARODI, P. W.; JENSEN, R. G.; MOSSOBA, M. M.; YURAWECZ, M. P.; ADLOF, P. O. Rumenic acid: a proposed common name for the major conjugated linoleic acid isomer found in natural products. **Lipids**, Champaign, v. 33, p. 835, 1998.

KURTZ, F. E. **The lipid of milk: composition and properties**. In: WEBB, A. J. B.; ALFORD, J. A. (Ed.). **Fundamentals of dairy science**. [S. l.: s. n.], 1980.

LABHART, A. **Clinical Endocrinology: Teory and pratice**. New York: Springer-Verlag, 2 ed. 1974. 1092 p.

LADEIRA, M. M.; OLIVEIRA R. L. Estratégias nutricionais para melhoria da carcaça bovina In: SIMBOI - SIMPÓSIO SOBRE DESAFIOS E NOVAS TECNOLOGIAS NA BOVINOCULTURA DE CORTE, 2, 2006, Brasília. **Anais...**Brasília, 2006.

LANNA, D .P. D.; DELGADO, E. F.; GAMA, M. S.; MEDEIROS, S. R. Nutrientes, hormônios e genes na regulação da síntese de gordura em bovinos em crescimento e lactação. In: **Sociedade Brasileira de Zootecnia**. A produção animal na visão dos brasileiros. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 658-685.

LARSEN, T. Enzymatic–fluorometric quantification of cholesterol in bovine milk. **Food chemistry**, v. 135, n. 3, p. 1261-1267, 2012.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. The biosynthesis of lipids. In: LEHNINGER, A.L. (Ed.) **Principles of Biochemistry**. 3ed. New York: Worth Publishers, 2000, p. 770-817.

LITWIŃCZUK, Z.; DOMARADZKI, P.; MARIUSZ, F.; PAWEŁ, Ż. Chemical composition, fatty acid profile, including health indices of intramuscular fat, and technological suitability of the meat of young bulls of three breeds included in a genetic

resources conservation programme fattened within a low-input system. **Animal Science Papers and Reports**, v. 34, n. 4, p. 387-397, 2016.

LOBATO, J. F. P.; FREITAS, A. K. **Carne Bovina: Mitos e Verdades**. Pecuária Competitiva – FEDERACITE. 2006. 28p.

LOBLEY, G. E.; CONNELL, A.; BUCHAN, V.; SKENE, P. A.; FLETCHER, J. M. Administration of testosterone to wether lambs: effects on protein and energy metabolism and growth hormone status. **Journal of Endocrinology**, V. 115, n. 3, p. 439-445, 1987.

LOCK, A. L.; GARNSWORTHY, P. C. Independent effects of dietary linoleic and linolenic fatty acids on the conjugated linoleic acid content of cows' milk. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 163- 176, 2002.

LUCATTO, J. N.; BRANDÃO, S. N. T. G.; DRUNKLER, D. A. Ácido linoléico conjugado: estrutura química, efeitos sobre a saúde humana e análise em lácteos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 69, n. 3, p. 199-211, 2014.

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

LUDKE, M. do C. M. M.; LOPEZ, J. Colesterol e composição dos ácidos graxos nas dietas para humanos e na carcaça suína. **Ciência Rural**, v. 29, n. 1, p. 181-187, 1999. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84781999000100033>.

MACEDO, B. S. Acidose Ruminal em bovinos de corte, **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.8, n.5, p.240-251, 2010.

MAHGOUB, O.; KHAN, A. J.; AL-MAQBALY, R. S.; AL-SABAHIB, J. N.; ANNAMALAIA, K.; ALSAKRYA, N. M. Fatty acid composition of muscle and fat tissues of Omán Jebel Akhdar goats of different sexes and weights. **Meat Science**, v. 61, p. 38-387, 2002.

MANDARINO, R. A.; BARBOSA, F. A.; CABRAL FILHO, S. L. S.; LOBO, C. F.; SILVA, I. S.; OLIVEIRA, R. V.; DIOGO, J. M. S.; GUIMARÃES JUNIOR, R. Desempenho produtivo e econômico do confinamento de bovinos zebuínos alimentados com três dietas de alto concentrado. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, v. 65, n. 5, p. 1463-1471, 2013.

MARTIN, S. A.; JENKINS, T. C. Factors affecting conjugated linoleic acid and *trans*-fatty acid 18:1 production by mixed ruminal bacteria. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 3347- 3352, 2002.

MARTIN, S. A.; NISBET, D. J. Symposium: direct-fed microbials and rumen fermentation. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.6, p.1736-1744, 1992.

MARQUES, E. G.; MAGNABOSCO, C. U.; LOPES, F. B. Índices de seleção para bovinos da raça Nelore participantes de prova de ganho em peso em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, p.669-681, 2012.

MCAFEE, A. J.; MCSORLEY, E. M.; CUSKELLY, G. J, MOSS, B. W.; WALLACE, J. M. W.; BONHAM, M. P.; FEARON, A. M. Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. **Meat Science**, v. 84, p. 1-13, 2010.

McDONALD, P.; EDWARDS, R. A.; GREENHALGH, J. F. D. **Animal nutrition**. 5.ed. New York: Longman Group, 607p. 1995.

MIRANDA, D. L.; CARVALHO, J. M.; THOMÉ, K. M. Bem-estar animal na produção de carne bovina brasileira. **Informações Econômicas**, SP, v. 43, n. 2, 2013.

MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; FREITAS, L. S. Desempenho e avaliação econômica da terminação de tourinhos em confinamento alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 7, p. 1309-1316, 2009.

MOLINA, L. M. B. **Caracterização do desempenho, da composição corporal e carcaça e de qualidade da carne de novilhos Brama x Nelore**. 2001, 59 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – UFMG, 2001.

MORALES, R.; FOLCH, C.; IRAIRA, S.; TEUBER, N.; REALINI, A. E. Nutritional quality of beef produced in Chile from different production systems. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 72, p. 80–87, 2012.

MORGAN, J. B.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M.; et al. Effect of castration on myofibrillar protein turnover, endogenous proteinase activities, and muscle growth in bovine skeletal muscle. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 2, p. 408-414, 1993.

MOTA, L. F. M.; PIRES, A.V.; MARIZ, T. M. de A.; RIBEIRO, J. do S.; BONAFÉ, C. M. Estrutura corporal (*Frame Size*) e influências no desempenho produtivo de bovinos de corte. PPGZOO, UFVJM. **Boletim Técnico**. Vol 2 - Número 1 – Maio/ 19 p, 2014.

MULVIHILL, B. Ruminant meat as a source of conjugated linoleic acid (CLA). **British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin**, London, v. 26, n. 4, p. 295-299, 2001.

MURRAY, R. K.; GRANNER, D. K.; MAYES, P. A.; RODWELL, V. W. **Harper: bioquímica**. 8.ed. São Paulo: Atheneu. 1998. 763 p.

NASCIMENTO, C. N. B.; CARVALHO, L. O. D. M.; BARBOSA, W.C. **Valor nutritivo da carne de búfalos Murrah**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1993. 17 p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 142).

NEEDHAM, T.; HOFFMAN, L. C. Physical meat quality and chemical composition of the Longissimus thoracis of entire and immunocastrated pigs fed varying dietary protein levels with and without ractopamine hydrochloride. **Meat Science**, v. 110, p. 101-108, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.06.017>.

OLIVEIRA, C. B.; DE BORTOL, E. C.; BARCELLOS, J. O. J. Diferenciação por qualidade da carne bovina: a ótica do bem-estar animal. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 2092-2096, 2008.

OSÓRIO, M. T. M.; OSÓRIO, J. C. S. **Condições de abate e qualidade da carne. In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – CPPSUL. Curso qualidade da carne e produtos cárneos. Bagé: EMBRAPA/CPPSUL, 2000. p. 79-127. (Documento 24)**

OUALI, A.; ZABARI, M.; RENOU, J. P. Anabolic agents in beef production: effects on muscle traits in meet quality. **Meat Science**, v. 24, p. 151, 1988.

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

OWENS, F. N.; GILL, D. R.; DAVID S. S.; COLEMAN, S. W. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 10, p. 3152-3172, 1995.

OWENS, F.; M. BASALAN. **Grain processing: gain and efficiency responses by feedlot cattle.** In: Plains Nutrition Council Spring Conference. Proceedings, p. 76-100, 2013.

PÁDUA, J. T.; MAGNABOSCO, C. U.; SAINZ, R. D.; MIYAGI, E. S.; et al. Genótipo e Condição Sexual no Desempenho e nas Características de Carcaça de Bovinos de Corte Superjovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 2330-2342, 2004.

PARODI, P. W. Cow's milk fat components as potential anticarcinogenic agents. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 127, p. 1055-1060, 1997.

PATTERSON, A. R. L.; SALTER, L. J. Anabolic agents in meat quality: a review. **Meat Science**, v. 14, p. 191, 1985.

PAULO, R. E. C.; RIGO, E. J. **Dietas com milho grão inteiro como alternativa em confinamento sem volumoso.** Cadernos de Pós-Graduação da FAZU, v. 3, 2012.

PEREIRA, M. N. Morfologia e fisiologia ruminais. In: Seminário de Integridade Digestiva, Itatiba. **Anais.** São Paulo, Elanco Saúde Animal, 2005.

PERRY, D. **Differences in grain versus grass finished beef.** In: SUNDSTROM, B.; GADEN, B. (Eds.) Findings and outcomes of the BEEF CRC - Nutrition, Meat Science & Health, CD II, Version 1, July 2005.

PONNAMPALAM, E. N.; SINCLAIR, A. J.; EGAN, A. R.; BLAKELEY, S. J. LEURY, B. J. Effects of diets containing n-3 fatty acids on muscle long-chain n-3 fatty acid content in lambs fed low - and medium- quality roughage diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 3, p. 698-706, 2001.

PORDOMINGO, A. J.; GARCÍA, T. P.; VOLPI LAGRECA, G. Effect of feeding treatment during the backgrounding phase of beef production from pasture on: II. Longissimus muscle proximate composition, cholesterol and fatty acids. **Meat Science**, v. 90, n. 4, p. 947–955, 2012.

PRICE, E. O.; ADAMS, T. E.; HUXSOLL, C. C.; BORGWARDT, R. E. Aggressive behavior is reduced in bulls actively immunized against gonadotropin-releasing hormone. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 2, p. 411–415, 2003.

PRIOR, R. L.; SMITH, S. B.; SCHANBACHER, B. D.; MERSMANN, H. J. Lipid metabolism in finishing bulls and steers implanted with oestradiol-17  $\beta$ -dipropionate. **Animal Production**, v. 37, n. 1, p. 81–88, 1983.

RAMSAY, T. G.; EVOCK-CLOVER, C. M.; STEELE, N. C.; AZAIN, M. J. Dietary conjugated linoleic acid alters fatty acid composition of pig skeletal muscle and fat. **Journal of Animal Science**, v. 67, p. 675-681, 2004.

RESTLE, J.; GRASSI, C.; FEIJÓ, G. L. D. Características das carcaças e da carne de bovinos inteiros ou submetidos a duas formas de castração, em condições de pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 2, p. 334-344, 1996.

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

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

RIBEIRO, L. A. de F. **Dieta de grão inteiro milho em bovinos de corte em confinamento**. 2014. 30f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) Universidade Federal de Goiás - Escola de Veterinária e Zootecnia, Goiânia, 2014.

RIBEIRO, R. V. **Imunocastração em bovinos mestiços sobre o desempenho, características da carcaça e qualidade da carne**. 2017. 59f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Goiás - Escola de Veterinária e Zootecnia, Goiânia, 2017.

RIGOBELLO, E. C.; MACHADO, O. R.; CARDOZO, M. V. Efeito da utilização de próbióticos em dietas para bovinos nelore terminados em confinamento. **ARS VETERINARIA**, Jaboticabal, SP, v.30, n.1, 057-062, 2014.

ROÇA, R. O.; HOE, F.; ARAÚJO, A. P.; COSTA, Q. P. B.; ANDRADE, E. N.; ATHAYDE, N. B.; DELBEM, N. L. C.; GIRÃO, L. V. C.; SIGARINI, C.; POLIZEL NETO, A. Imunocastração de bovinos criados em pasto: composição centesimal e propriedades sensoriais da carne. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA

VETERINÁRIA, 38, 2011, Florianópolis. **Anais...**, Florianópolis: SBMV, 2011a. 1 CD ROM.

RODRIGUES, V. C.; ANDRADE, I. F. Características Físico-Químicas da Carne de Bubalinos e de Bovinos Castrados e Inteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33 n.6, p.1839-1849, 2004.

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

ROSSELL, J. B. **Analysis of oilseeds, fats and fatty foods**. In: ROSSELL, J. L. R.; PRITCHARD, J. B. (Ed.). **Vegetable oils and fats**. London: Elsevier, 1991.

RUIZ, M. R.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J. V.; HERNANDEZ, J. A.; DE RIBEIRO, E. L.; SHIMOKOMAKI, M.; REEVES, J. J.; DE SOUZA, N. E. Proximate chemical composition and fatty acid profile of *Longissimus thoracis* from pasture fed LHRH immunocastrated, castrated and intact *Bos indicus* bulls. **South African Journal Animal Science**, v. 35, p. 13-18, 2005.

SAINZ, R. D. **Qualidade das carcaças e da carne bovina**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 2., 1996, Uberaba. Anais... Uberaba: ABCZ, 1996.

SALMINEN, I.; MUTANEN, M.; JAUHIAHINEN, M.; ARO, A. Dietary trans fatty acids increase conjugated linoleic acid levels in human serum. **Journal of Nutrition Biochemistry**, Lexington, v. 9, p. 93- 98, 1998.

SANTORA, J. E.; PALMQUIST, D. L.; ROEHRIG, K. L. *Trans*-vaccenic acid is desaturated to conjugated linoleic acid in mice. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 130, p. 208-215, 2000.

SANTOS, C. T. **Imunocastração de bovinos confinados: composição centesimal, análise sensorial e perfil de ácidos graxos da carne**. 2013. 66f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista (Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia), Botucatu, 2013.

SEIDEMAN, S. C.; CROSS, H. R.; OLTJEN, R. R.; SCHANBACHER, B. D. Utilization of the intact male for red meat production: a review. **Journal of Animal Science**, v. 55, p. 826–840, 1982.

SIGNORETTI, R. D. Características das partes não-integrantes da carcaça animal e desenvolvimento do trato intestinal de bezerros da raça Holandesa alimentados com dietas contendo quatro níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 4, p. 875-882, 1999.

SIMIONATO, J. I. **Composição química e quantificação de ácidos graxos com ênfase ao ácido linoléico conjugado (CLA) em leite e derivados**. 2008. 123f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2008.

SWENSON, M. J. **Fisiologia dos animais domésticos**. 10<sup>o</sup> ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1988, 799 p.

TAVEIRA, R. Z.; ALMEIDA, O. C.; SILVEIRA NETO, O. J. et al. Avaliação de carcaça de bovinos da raça Tabapuã com ultrassonografia. **PUBVET**. v.10, n.1, p 100-104, 2016.

TEIXEIRA, R. B. **Dieta de alto grão com milho em confinamento de bovinos**. 2015. 25f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, 2015.

TROEGELER-MEYNADIR, A.; NICOT, M. C.; BAYOURTHE, C.; MONCOULON, R.; ENJALBERT, F. Effects of pH and concentrations of linoleic acids on extent and intermediates of ruminal biohydrogenation in vitro. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p. 4054-4063, 2003.

TURPEINEN, A. M.; MUTANEN, M.; ARO, A.; SALMINEN, I.; BASU, S.; PALMQUIST, D. L.; GRIINARI, J. M. Bio- conversion of vaccenic acid to conjugated linoleic acid in humans. **American Journal Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 76, n. 3, p. 504-510, 2002.

USDA - United States Department of Agriculture. 2014. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/>. Acesso em: 28 mar 2018.

VAN SOEST, P. J. **Nutrition ecology of ruminants**. Ithaca. Cornell University Press. 1994. 476 p.

VANNICE, G.; RASMUSSEN, H. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Dietary fatty acids for healthy adults. **Journal of the Academy of Nutrition & Dietetics**, v. 114, p. 136–153, 2014.

VAZ, F. N.; FLORES, J. L. C.; VAZ, R. Z.; PASCOAL, L. L.; DE ÁVILA, M. M. Características de carcaça e biometria testicular de machos bovinos super jovens não castrados de diferentes grupos genéticos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 13, n. 3, p. 306-314, 2012.

VAZ, F. N., RESTLE, J., PEROTTONI, J. **Aspectos qualitativos da carcaça e da carne de machos Hereford, inteiros ou castrados, abatidos aos quatorze meses**. In: REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SBZ, 1999, p. 335.

WAITZBERG, D. L. **Ômega-3: o que existe de concreto**. São Paulo: Nutrilite, 2008. 36p.

WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. I.; NUTE, G. R.; FISHER, A. V.; CAMPO, M. M.; KASAPIDOU, E.; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v. 66, n. 1, p. 21–32, 2003. [http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00022-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00022-6).

YANG, A.; BREWSTER, M. J.; LANARI, M. C.; TUME, R. K. Effect of vitamin E supplementation on  $\alpha$ -tocopherol and  $\beta$ -carotene concentrations in tissues from pasture- and grain-fed cattle. **Meat Science**, v. 60, p. 35–40, 2002.

YURAWECZ, M. P.; MOREHOUSE, K. M. Silver-ion hplc of conjugated linoleic acid isomers. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Greifswald, v. 103, p. 609-613, 2001.

ZANELLA, R.; ZANELLA, E. L.; REEVES, J. J.; HERNANDEZ, J.; DA MOTTA, A. C.; DE AVILA, D. Características testiculares de touros imunizados com vacina antihormônio liberador do hormônio luteinizante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 10, p. 1359-1363, 2009.

ZORZI, K. Consumo alimentar residual e relações com características nutricionais e de qualidade da carne em bovino Nelore. **Tese** (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - 2011.

### III – OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito da castração sobre o perfil de ácidos graxos, colesterol, lipídeos totais e qualidade nutricional da carne de novilhos não castrados, castrados e imunocastrados alimentados com dieta de alto grão.

#### 3.2 Objetivos Específicos

- Quantificar os teores de colesterol do *Longissimus dorsi*.
- Avaliar a espessura de gordura subcutânea.
- Avaliar a espessura de gordura do *Gluteus biceps*.
- Identificar e semi quantificar o perfil de ácidos graxos presente no *Longissimus dorsi*.
- Comparar as relações de ácidos graxos saturados e insaturados presentes *Longissimus dorsi*.
- Avaliar o índice de qualidade nutricional dos lipídeos da carne.
- Comparar qual o grupo de animais possui uma carne com melhor perfil lipídico.

## IV – MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos experimentais foram realizados de acordo com o Comitê de Ética no Uso de Animais protocolo 99/2015 da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, localizada em Itapetinga, Bahia.

### 4.1 Local e período de avaliação experimental

O experimento de campo foi conduzido em uma área de confinamento, na Fazenda Experimental II, das Faculdades Integradas Vale do Iguaçu – UNIGUAÇU, no município de União da Vitória, localizado no extremo sul do estado do Paraná, situada nas coordenadas: 26° 11' 56'' de latitude sul, 51 ° 00'43'' de longitude oeste e altitude média de 829 metros, no período de dezembro de 2015 a novembro de 2016.

As análises das amostras de carne foram realizadas nos laboratórios de Métodos de Separações Químicas da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – *Campus* de Itapetinga, Bahia. Laboratório de Bromatologia e Pesquisa em Agroquímica da Universidade Federal de Minas Gerais no município de Montes Claros – MG, no período de outubro de 2017 a julho de 2018.

### 4.2 Delineamento e descrição experimental

Foram utilizados 28 animais machos holandeses, com peso corporal inicial médio de  $90,14 \pm 1,38$  kg e idade de dois meses e peso final médio ao abate de  $388,67 \pm 10,37$  kg e idade de 11 meses. Esses foram vacinados, vermifugados com Ivermectina 3,5% (Ivomec Gold – Merial Saúde Animal LTDA – Paulínia –SP) e identificados para serem incluídos no experimento.

Em seguida, os animais foram divididos em um delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos, constituindo-se de nove animais castrados de forma cirúrgica, nove imunocastrados e de 10 novilhos não castrados. A média de peso

corporal final dos grupos foi de  $395,7 \pm 24,52$  kg para animais não castrados,  $374,0 \pm 42,29$  kg castrados e  $396,3 \pm 36,64$  kg imunocastrados.

- Não castrados
- Castrado = Castração cirúrgica, com ablação testicular
- Imunocastração = Utilização da imunovacina Bopriva®

No confinamento os animais foram mantidos em baias cobertas contendo cocho de água e alimentação *ad libitum*. O experimento dividiu-se em três períodos experimentais, compostos por três dietas com diferentes proporções de ingredientes, de acordo com a necessidade nutricional da idade e peso dos animais (Tabela 2). A composição da dieta foi estabelecida para conter todos os nutrientes necessários para manutenção dos animais, bem como ganho diário estimado de 1,3 kg/dia, de acordo com o NRC (2001).

**Tabela 2.** Proporção dos ingredientes com base na matéria seca dos diferentes períodos experimentais

Ingredientes	Período Experimental		
	Período 1 01-91 dias	Período 2 92-183 dias	Período 3 184-abate
Milho	70	77,5	85
Núcleo Vitamínico mineral <sup>1</sup>	15	15	15
Farelo de Soja	15	7,5	-
Total	100	100	100

<sup>1</sup> Vitamina A (min) 35.000 UI/Kg, Vitamina D3 (min) 7.000 Ui/ Kg, Vitamina E (min) 50 UI/Kg, Cobre (min) 50mg/Kg, Manganês (min) 150 mg/Kg, Zinco (min) 200mg/Kg, Cobalto (min) 0,6 mg/Kg, Iodo (min) 3mg/Kg, Selênio (min) 1,2 mg/Kg, Cromo (min) 2.67 mg/Kg, Cálcio (min-máx) 20-50 g/Kg, Fósforo (min) 8.000 mg/Kg, Potássio (min) 20g/Kg, Sódio (min) 10 g/Kg, Enxofre (min) 5000 mg/Kg, Umidade (Max) 120g/Kg, Proteína Bruta (min) 360 mg/Kg, N.N.P. Equivalente em proteína (máx) 180 g/Kg, Extrato Etéreo (máx) 25 g/Kg, Matéria Mineral (máx) 350 g/Kg, Fibra Bruta (máx) 100 g/Kg, Fibra Detergente Ácido (máx) 200 g/Kg, Monensina Sódica 120 mg/Kg, Virginiamicina 125 mg/Kg.

A tabela 3 apresenta a composição de ácidos graxos da dieta nos 3 períodos experimentais.

**Tabela 3.** Composição de ácidos graxos da dieta nos 3 períodos experimentais

Variáveis	Períodos experimentais		
	Período 1 01-91 dias	Período 2 92-183 dias	Período 3 184-236 dias
<b>Saturados (%)</b>			
C14:0 Mirístico	2,17	1,14	-
C15:0 Pentadecanoico	0,23	0,13	-
C16:0 Palmítico	25,30	25,21	16,13
C17:0 Margarino	0,94	-	-
C18:0 Esteárico	17,04	10,15	3,01
<b>Monoinsaturados (%)</b>			
C14:1 <i>c</i> 9 Miristoleico	0,23	-	-
C16:1 <i>c</i> 9 Palmitoleico	2,04	0,78	-
C17:1 <i>c</i> 9 Heptadecenoico	0,44	-	-
C18:1 <i>c</i> 9 / C18:1 <i>t</i> 9 Oleico/Elaidico	39,76	34,80	38,19
C18:1 <i>t</i> 11 Transvacênico	5,79	3,22	0,52
<b>Polinsaturados (%)</b>			
C18:2 <i>c</i> 9 <i>c</i> 12	5,87	23,96	42,12

C: Carbonos. *c*: Estereoisomeria espacial *cis*. *t*: Estereoisomeria espacial *trans*.

### 4.3 Castração cirúrgica

A castração cirúrgica ocorreu no primeiro dia do experimento, por meio de um pré-operatório de jejum hídrico e alimentar de 16 horas. Posteriormente, os animais foram contidos em decúbito lateral, seguindo da higienização do escroto e aplicado solução de iodophor (Biocid-Laboratório Pfizer LTDA-Guarulhos-SP), na concentração de 1:200. A anestesia compreendeu-se de um total de 20 ml de lidocaína (Laboratório Bravet LTDA – Rio de Janeiro - RJ Lidovet) para realizar o bloqueio anestésico intratesticular e na linha de incisão de ambos os testículos. Para esse procedimento foram realizadas incisões laterais de aproximadamente 5 centímetros, na pele e na túnica vaginal, no sentido do ápice da bolsa escrotal, sem que as incisões se unissem. Após a completa exposição e visualização do testículo, separou-se a túnica vaginal e retirou-se dois terços da mesma, em seguida, procedeu-se o adelgamento do cordão espermático, que foi ligado com a utilização de fio de náilon número 1 após emasculação para liberação do testículo. Da mesma forma procedeu-se no testículo adjacente.

No pós-operatório, aplicou-se produto a base de Fipronil (Topline – Merial saúde animal – Paulínia – SP), realizou-se antibioticoterapia a base de Penicilina (Penikel L.A. – Keta Laboratório – Hoogstraten – Bélgica) e antiinflamatório a base de

Diclofenaco (Diclofenaco L.A. – J.A. Saúde Animal – Patrocínio Paulista –SO).

#### **4.4 Imunocastração**

A imunocastração foi realizada por meio da vacina Bopriva® do laboratório Pfizer LTDA – Div saúde animal – SP-00.096-5 com registro número 9.584/2010 sendo a primeira dose aplicada quando os animais alcançaram aproximadamente 300 kg de peso corporal e a segunda dose 28 dias após a primeira, propiciando um efeito de castração por um período de 90 dias após a segunda dose.

#### **4.5 Períodos experimentais e composição da dieta**

O primeiro período experimental teve duração de 91 dias (dia 01 a 91) e a alimentação consistiu na dieta do período 1 (Tabela 2). O segundo período experimental teve duração de 92 dias (dia 92 à 183) e a alimentação foi de acordo a apresentada no período 2 (Tabela 2). Já o terceiro período experimental teve duração diferente para os animais (184 até o abate), pois foi estabelecido peso de abate médio de aproximadamente 400 kg, portanto, à medida que era alcançado os animais eram destinados ao abatedouro. A dieta era composta conforme período 3 (Tabela 2). O tempo médio de confinamento dos animais foi de 236 dias. A composição química-bromatológica média dos ingredientes e da dieta total do experimento está disposta na Tabela 4.

**Tabela 4.** Composição químico-bromatológica média dos ingredientes e da dieta nos 3 períodos experimentais

Componentes (% da MS)	Ingredientes			Dieta 1 0-91 dias	Dieta 2 92-183 dias	Dieta 3 184-236 dias
	Milho	Núcleo <sup>1</sup>	Farelo soja			
Matéria seca	87,26	90,49	87,50	88,34	87,21	87,78
Matéria mineral	1,59	27,42	7,02	6,37	5,76	6,07
Proteína bruta	9,30	38,48	50,92	19,92	16,79	13,67
Extrato etéreo	5,61	1,14	2,09	5,22	3,84	4,53
Fibra em detergente neutro	17,29	3,35	21,80	17,55	13,92	15,74
Carboidratos não fibrosos	69,43	16,87	25,33	55,16	58,16	56,66

<sup>1</sup> Milho integral moído, gérmen de milho desengordurado, casca de soja, fosfato monoamônio, fosfato monobicálcico, fosfato fonocálcico, iodato de potássio, sulfato de magnésio, sulfato de manganês, óxido de zinco, farinha de ossos calcinados, BHT (Hidróxido de Tolueno Butilado), propionato de cromo, cloreto de cobre, monensina e virginiamicina.

#### **4.6 Avaliação de espessura de gordura subcutânea e espessura de gordura do *Gluteus biceps***

As avaliações de espessura de gordura subcutânea (EGS) e espessura de gordura do *Gluteus biceps* (EGP) foram realizadas por meio do exame ultrassonográfico no último dia de cada período experimental, sendo as aferições efetivadas no aparelho ultrassonográfico CTS 900 da marca SIUI, coletados do músculo *Longissimus dorsi* entre a 12° e 13° vértebra lombar.

#### **4.7 Abate dos animais**

Assim que atingiram uma média de peso corporal de 400 kg, os animais foram encaminhados para abatedouro após 24 h de jejum de alimentos sólidos, com a água ainda disponível (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1968). O abate foi realizado em um matadouro comercial em União da Vitória - PR, Brasil, supervisionado pelo serviço de inspeção do Estado. Os animais foram atordoados usando uma pistola pneumática de penetração e foram então imediatamente sangrados (Grandin, 2001) e no final da linha de abate, a metade direita da carcaça de cada animal foi marcada para identificação do tratamento.

#### **4.8 Obtenção das amostras de carne**

Após o período de refrigeração da carcaça por 24 horas, as amostras de carne foram coletadas do músculo *Longissimus dorsi* ao longo do eixo crânio-caudal entre as costelas 12ª e 13ª. Foram retiradas amostras de cada animal sendo essas identificadas, embaladas e imediatamente congeladas a - 18°C, para posterior transporte.

#### **4.9 Liofilização das amostras**

Para realização das análises, as amostras de carne foram liofilizadas devido ao seu alto teor de umidade, com o intuito de estabilizar a integridade química e biológica por um período maior de tempo. Desta forma, realizou-se a limpeza das amostras retirando a camada de gordura subcutânea, e posteriormente a moagem e

homogeneização com auxílio de um processador de alimentos (Philips Walita RI7776). Após esse processo, amostras de cada tratamento e repetição foram acondicionadas em placas de Petri descartáveis. Em seguida foram levadas em ultra freezer (ColdLab CL374) a  $-80^{\circ}\text{C}$  por 48 horas para serem liofilizadas em aparelho de bancada (Terroni LV 2000) onde permaneceram por 120 horas entre uma temperatura de  $-40^{\circ}\text{C}$  e vácuo de 120 a 160  $\mu\text{Hg}$  para estabelecer o vácuo.

#### **4.10 Análises de umidade e matéria seca**

As análises de umidade e matéria seca foram realizadas conforme metodologia descrita por Dos Santos (2002), em que foi utilizado o processo de liofilização da amostra para obtenção da umidade e matéria seca. As sub amostras foram colocadas em placas de petri descartáveis previamente pesadas.

Após obter o peso úmido, as sub amostras foram acondicionadas em ultra freezer (ColdLab CL374) a  $-80^{\circ}\text{C}$  por 48 horas e só retiradas no momento de serem colocadas no liofilizador, onde permaneceram por 120 horas, a uma temperatura de  $-40^{\circ}\text{C}$ , a vácuo. Passado este tempo, as placas foram retiradas do equipamento e levadas a um dessecador e, em seguida, pesadas para obtenção do peso seco e conseqüentemente umidade.

#### **4.11 Extração da matéria graxa para análise de colesterol na carne**

A extração da matéria graxa foi realizada de acordo com metodologia descrita por Bragagnolo, Rodriguez-Amaya (2001). 2,0 g de amostra de carne foram trituradas e homogeneizadas, sendo adicionados 4,0 mL de solução aquosa a 50% (p/v) de hidróxido de potássio (KOH) e 6,0 mL de álcool etílico P.A. Após agitação em vórtex por 1 minuto, a mistura permaneceu em repouso durante 22 h, no escuro à temperatura ambiente, para que completasse a reação de saponificação. Posteriormente foram adicionados 5,0 mL de água destilada e 10 mL de hexano P.A, que foram agitados por 5 minutos em vórtex. Em seguida foi aguardada a completa separação das fases e posterior coleta da fase hexânica. Essa foi acondicionada em balão de fundo redondo para rotaevaporação dos solventes voláteis, restando um resíduo (matéria graxa total) no qual foi diluído em 2,5 mL de fase móvel constituída pela mistura dos solventes

acetonitrila:isopropanol na proporção 85:15 (CLAE). O resíduo diluído na fase móvel foi filtrado por meio de uma membrana de fluoreto de polivinilideno (PVDF), com diâmetro do poro de 0,45  $\mu\text{m}$  e as amostras foram acondicionadas em *eppendorf* para análise em cromatógrafo líquido.

#### **4.12 Análise de colesterol**

O colesterol foi determinado utilizando um cromatógrafo líquido de Alta Eficiência (SHIMADZU) equipado com degaseificador (DGU – 20 A5R) e duas bombas (LC-20 AR) com detector UV-Visível (SPD – 20 A) com comprimento de onda de 202 nm para análise. O colesterol foi separado em coluna analítica C18, 250 mm x 4,6 mm x 5  $\mu\text{m}$ . Como fase móvel, foram utilizados os solventes de grau HPLC, acetonitrila e isopropanol na proporção de 85:15 (v/v), sendo que, antes da realização das análises cromatográficas, esses foram filtrados e degaseificados. Os parâmetros de funcionamento do cromatógrafo foram estabelecidos em: vazão ajustada para 2 mL.min<sup>-1</sup> e tempo análise de 30 minutos. As áreas cromatográficas do colesterol foram determinadas através do software LCSolution® e a identificação dos picos de colesterol foi feita por comparação dos tempos de retenção do padrão e o da amostra. A curva padrão foi construída com cinco pontos de diferentes concentrações de colesterol (27,50 mg/mL, 30,00 mg/mL, 32,50 mg/mL, 35,00 mg/mL, 40,00 mg/mL), a qual foi linear, passou pela origem e cobriu a faixa de concentração das amostras, obtendo sempre um R acima de 99%.

#### **4.13 Extração da matéria graxa para análise do perfil de ácidos graxos e obtenção do teor de lipídeos totais**

A extração da matéria graxa das amostras de carne para analisar o perfil de ácidos graxos e obter o teor de lipídeos totais foi realizada de acordo com metodologia descrita por Bligh, Dyer (1959), em que 15 g de amostra (carne) foi triturada e homogeneizada em 15 mL de clorofórmio e 30 mL de metanol. Após agitação por 5 minutos, foram adicionados mais 15 mL de clorofórmio, agitados por mais 2 minutos e acrescidos 15 mL de água destilada e agitado novamente por mais 5 minutos. Posteriormente o homogeneizado foi filtrado por meio de um filtro de papel Whatman

n° 1 realizado em um funil Buchner usando pressão a vácuo. O filtrado obtido foi transferido para um funil separador. Após a separação das fases a solução mais densa constituída pela fase clorofórmica e todo o perfil lipídico foi coletado em um balão volumétrico de fundo redondo para rotaevaporação dos solventes voláteis mantendo a temperatura entre 33-34 °C. O resíduo restante foi acondicionado em *eppendorf* para posterior derivatização. O teor de lipídeos totais foi obtido pela diferença de peso do balão com matéria graxa após processo de rotaevaporação e balão vazio antes de ser acrescentado à fase clorofórmica e toda fração lipídica.

#### **4.14 Análise por espectroscopia no infravermelho (IV)**

Para determinação da metodologia de derivatização das amostras de carne foram testadas as técnicas da ISO 5509 (1978) e Jham et al. (1982) adaptada de Geocze (2011). Essas foram analisadas em espectroscopia no infravermelho médio com o intuito de investigar a composição da amostra.

Logo após serem derivatizadas, as amostras de óleo foram submetidas à análise por espectroscopia no infravermelho com refletância total atenuada, em um espectrômetro Cary 600 Series FTIR Spectrometer (Agilent Technologies), na região de 4000 a 500  $\text{cm}^{-1}$ . Para os registros dos espectros, as amostras foram analisadas diretamente no cristal de germânio. Foram realizadas dezesseis varreduras, com resolução de 2  $\text{cm}^{-1}$ .

#### **4.15 Derivatização das amostras**

Após análises dos resultados do infravermelho procedeu-se a metodologia de derivatização conforme Jham et al. (1982) adaptada de Geocze (2011). Em um balão de fundo redondo (50 mL) foi adicionado 20,00 mg da amostra, em seguida, adicionou-se 5 mL de solução de KOH em metanol (0,5 mol  $\text{L}^{-1}$ , m/v) e aqueceu a 100 °C por 1 h, sob refluxo. Para a esterificação, 2 mL de solução de HCl em metanol (4:1, v/v) foram adicionados à mistura e aquecida novamente à 100 °C, por 1 h. Procedeu-se a extração dos ésteres metílicos; em que, após o resfriamento, acrescentou-se 5,0 mL de  $\text{H}_2\text{O}$  destilada e, em seguida, os derivados obtidos foram extraídos com diclorometano (3  $\times$  5,0 mL). Após a extração, a fase orgânica foi seca com sulfato de magnésio anidro ( $\text{MgSO}_4$ ), filtrada e

concentrada. O resíduo obtido, após completa remoção do solvente foi redissolvido em 1,00 mL de diclorometano e analisado por CG-EM.

**Tabela 5.** Tempos de retenção ( $t_r$ ) dos ácidos graxos encontrados no músculo *Longissimus dorsi* de de novilhos castrados e não castrados alimentados com dietas de alto grão

<b>Compostos</b>	<b>Tempo de retenção (min)</b>
<b>Saturados</b>	
Ácido mirístico (C14:0)	10,383
Ácido pentadecanoico (C15:0)	12,621
Ácido palmítico (C16:0)	14,916
Ácido margarino (C17:0)	17,197
Ácido esteárico (C18:0)	19,441
<b>Monoinsaturados</b>	
Ácido miristoleico (C14:1 <i>c</i> 9)	10,114
Ácido palmitoleico (C16:1 <i>c</i> 9)	14,422
Ácido heptadecenoico (C17:1 <i>c</i> 9)	16,649
Ácidos oleico / elaidico (C18:1 <i>c</i> 9) / (C18:1 <i>t</i> 9)	18,851
Ácido transvacênico (C18:1 <i>t</i> 11)	19,037
<b>Polinsaturados</b>	
Ácido linoleico (C18:2 <i>c</i> 9 <i>c</i> 12)	18,683

C: Carbonos. *c*: Estereoisomeria espacial *cis*. *t*: Estereoisomeria espacial *trans*.

#### 4.16 Análises de ácidos graxos de ésteres metílicos

Medições qualitativas e semi quantitativas de ácidos graxos foram realizadas por meio de cromatografia em fase gasosa usando cromatógrafo modelo Agilent Technologies (GC 7890A) equipado com detector de espectrômetro de massas (MS 5975C) e coluna capilar de sílica fundida DB-5MS, (Agilent Technologies, 30 m comprimento  $\times$  0,25 mm diâmetro interno  $\times$  0,25  $\mu$ m espessura do filme). O Hélio (99,9999% de pureza) foi utilizado como gás de arraste em um fluxo de 0.8 mL min<sup>-1</sup>. Utilizando um auto-injetor (CTC combiPaL), uma alíquota de 1  $\mu$ L de amostra foi injetada no cromatógrafo a uma razão de *split* 1:10. O injetor *split/splitless* foi mantido a 240°C. A coluna cromatográfica inicialmente a 150°C, isoterminia por 2 minutos; foi aquecida a uma taxa de 4°C min<sup>-1</sup> até 230°C e, em seguida, até 240°C a uma taxa de 5°C min<sup>-1</sup>. Após a separação dos compostos a temperatura foi elevada até 240°C e

permanecendo por 5 minutos (*post run*). A temperatura da interface foi mantida a 280°C e a ionização realizada com impacto de 70 eV. A amplitude de varredura de  $m/z$  foi de 30 a 600 Da. O tempo total de análise foi de 27 minutos.

As áreas dos picos dos ácidos graxos foram determinadas através do software Data Analysis® e a identificação dos picos foi feita por comparação dos tempos de retenção (Tabela 5) e pela biblioteca do espectro de massas (NIST 2.0).

#### 4.17 Índice de qualidade nutricional dos lipídeos da carne

A qualidade nutricional da fração lipídica da carne foi avaliada por meio do índice de aterogenicidade (IA) e índice de trombogenicidade (IT), a partir dos resultados obtidos para os ácidos graxos encontrados nas amostras.

Os cálculos foram realizados segundo Ulbricht, Southgate (1991), como indicadores para o risco de doenças cardiovasculares.

$$IA = \frac{[C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0]}{\Sigma AGM + \Sigma AGP}$$

$$IT = \frac{C14:0 + C16:0 + C18:0}{(0,5 \times \Sigma AGM) + (0,5 \times \Sigma n6) + (3 \times \Sigma n3) + \left(\frac{\Sigma n3}{\Sigma n6}\right)}$$

$\Sigma AGP$  = Somatório de ácidos graxos poliinsaturados

$\Sigma AGM$  = Somatório de ácidos graxos monoinsaturados

$\Sigma n6$  = Somatório dos ácidos graxos da família ômega-6

$\Sigma n3$  = Somatório dos ácidos graxos da família ômega-3

$\Sigma n3/\Sigma n6$  = Relação dos ácidos graxos da família ômega 6 e 3

A razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (h/H) foi calculada de acordo com a fórmula descrita por Santos-Silva *et al.* (2002):

$$h/H = \frac{(C18:1cis9 + C18:2n6 + C20:4n6 + C18:3n3 + C20:5n3 + C22:5n3 + C22:6n3)}{(C14:0 + C16:0)}$$

#### 4.18 Índices de atividade da enzima $\Delta^9$ dessaturase e elongases

As atividades das enzimas  $\Delta^9$  dessaturases e elongases foram determinadas conforme descrito por Malau-Aduli et al. (1997), por meio de índices matemáticos. Os cálculos foram realizados da seguinte maneira:

$$\Delta^9 16 = 100 \frac{(C16: 1 \text{ cis } 9)}{(C16: 1 \text{ cis } 9 + C16: 0)}$$

$$\Delta^9 18 = 100 \frac{(C18: 1 \text{ cis } 9)}{(C18: 1 \text{ cis } 9 + C18: 0)}$$

$$EA = 100 \frac{(C18: 0 + C18: 1 \text{ cis } 9)}{(C16: 0 + C16: 1 \text{ cis } 9 + C18: 0 + C18: 1 \text{ cis } 9)}$$

#### 4.19 Análises estatísticas

Foram verificadas a homogeneidade de variâncias e normalidade dos erros. As médias experimentais foram submetidas à análise de variância e posteriormente comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Foi realizada uma correlação de Pearson dos ácidos graxos com teores de colesterol, espessura de gordura subcutânea, espessura de gordura do *Gluteus biceps*, índices de atividade da enzima  $\Delta^9$  dessaturase e elongases, qualidade nutricional dos lipídeos e razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos. As análises estatísticas foram calculadas utilizando o programa estatístico SAS.

## V – RESULTADOS

### **5.1 Espessura de gordura subcutânea, espessura de gordura do *Gluteus biceps*, lipídeos totais, colesterol e umidade**

A espessura de gordura subcutânea (mm), espessura de gordura do *Gluteus biceps* (mm) e o colesterol (mg/100g) no músculo *Longissimus dorsi* de machos holandeses não apresentaram diferenças. Os teores de umidade (%) foram inferiores para os grupos de animais castrados e imunocastrados (Tabela 6).

**Tabela 6.** Espessura de gordura subcutânea, espessura de gordura do *Gluteus biceps*, lipídeos totais, colesterol, umidade, composição de ácidos graxos, índices de aterogenicidade e trombogenicidade, razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos e atividade de enzimas dessaturases e elongases do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos castrados e não castrados alimentados com dietas de alto grão

Variáveis	Grupos de tratamentos			EPM	CV(%)	p
	Não castrados	Castrados	Imunocastrados			
Espessura de gordura subcutânea (mm)	2,82 ± 0,56	2,83 ± 0,38	2,84 ± 0,39	0,086	13,96	0,797
Espessura de gordura do <i>Gluteus biceps</i> (mm)	2,61 ± 0,54	2,74 ± 0,28	2,45 ± 0,27	0,075	14,87	0,758
Lipídeos totais (%)	1,48b ± 0,57	2,09a ± 0,42	2,07a ± 0,29	0,102	16,72	0,001
Colesterol (mg/100g)	36,00 ± 2,86	35,99 ± 1,08	35,69 ± 1,63	0,387	5,79	0,400
Umidade (%)	71,69a ± 2,80	67,61b ± 2,32	67,12b ± 5,11	0,780	5,24	0,014
<b>Saturados (%)</b>						
C14:0 Mirístico	3,00 ± 0,43	2,85 ± 0,61	2,73 ± 0,26	0,089	16,08	0,401
C15:0 Pentadecanoico	0,36 ± 0,06	0,31 ± 0,10	0,34 ± 0,11	0,017	25,83	0,448
C16:0 Palmítico	29,29 ± 1,14	29,38 ± 1,77	28,36 ± 1,63	0,298	4,09	0,076
C17:0 Margarino	1,24 ± 0,17	1,26 ± 0,22	1,31 ± 0,24	0,040	18,14	0,910
C18:0 Esteárico	19,63a ± 2,56	17,22b ± 1,99	17,74ab ± 1,54	0,443	11,37	0,046
<b>Monoinsaturados (%)</b>						
C14:1 <i>c</i> 9 Miristoleico	0,30 ± 0,10	0,34 ± 0,18	0,24 ± 0,09	0,026	45,62	0,262
C16:1 <i>c</i> 9 Palmitoleico	1,99 ± 0,41	2,38 ± 0,50	2,11 ± 0,20	0,082	20,58	0,124
C17:1 <i>c</i> 9 Heptadecenoico	0,48b ± 0,13	0,65a ± 0,15	0,58ab ± 0,06	0,027	16,86	0,010
C18:1 <i>c</i> 9 / C18:1 <i>t</i> 9 Oleico/Elaídico	32,51b ± 3,41	37,69a ± 2,77	35,51a ± 2,38	0,690	8,39	0,004
C18:1 <i>t</i> 11 Transvacênico	7,30 ± 2,46	5,54 ± 1,05	7,78 ± 1,50	0,384	28,17	0,071
<b>Polinsaturados (%)</b>						
C18:2 <i>c</i> 9 <i>c</i> 12 Linoleico	3,87a ± 0,63	2,37c ± 0,41	3,26b ± 0,57	0,161	13,32	<0,001
Aterogenicidade	0,89a ± 0,08	0,83ab ± 0,12	0,79b ± 0,08	0,019	8,68	0,021
Trombogenicidade	4,39a ± 0,54	3,32c ± 0,31	3,75b ± 0,36	0,118	9,30	<0,001
h/H	1,13b ± 0,12	1,25a ± 0,16	1,25a ± 0,14	0,029	10,38	0,042
Δ <sup>9</sup> Desaturase C16	6,36 ± 1,32	7,47 ± 1,18	6,95 ± 0,91	0,234	18,29	0,148
Δ <sup>9</sup> Desaturase C18	62,29b ± 5,00	68,62a ± 3,40	66,66a ± 3,05	0,910	5,89	0,006
Elongase	62,46 ± 1,78	63,33 ± 2,69	63,60 ± 1,78	0,408	3,14	0,291

C: Carbonos. *c*: Estereoisomeria espacial *cis*. *t*: Estereoisomeria espacial *trans*. h: Hipocolesterolêmicos. H: hipercolesterolêmicos. EPM: Erro padrão da média. CV: Coeficiente de variação. p: probabilidade. Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

## **5.2 Composição de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi***

Os tratamentos castrados e não castrados não afetaram as proporções dos ácidos graxos saturados mirístico, pentadecanoico, palmítico e margarino. Mas proporções do esteárico foram maiores para os animais do grupo não castrados e menores para os castrados (Tabela 6).

Os valores dos ácidos graxos monoinsaturados miristoleico, palmitoleico e transvaccênico não diferiram estatisticamente entre os tratamentos. Porém foi possível observar que as proporções de ácido heptadec-9-enoico foram maiores para os animais castrados e menores para o grupo de animais não castrados. Os valores dos ácidos oleico e elaidico foram maiores para os animais castrados e imunocastrados e menores para o grupo de animais não castrados.

As proporções do ácido graxo poliinsaturado linoleico foram superiores para animais não castrados e imunocastrados e inferiores para os castrados.

## **5.3 Índices de aterogenicidade e trombogenicidade, razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos e atividade de enzimas dessaturases e alongases do músculo *Longissimus dorsi***

Os tratamentos castrados e não castrados não influenciaram os valores de  $\Delta^9$  dessaturase C16 e alongases. Mas os índices de aterogenicidade foram maiores para os animais do grupo não castrados e menores para os imunocastrados. Os valores do índice de trombogenicidade foram superiores para animais não castrados, intermediários para os imunocastrados e inferiores para os castrados (Tabela 6).

A razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos foi maior para os animais imunocastrados e menor para o grupo de animais não castrados. A atividade da enzima  $\Delta^9$  dessaturase C18 apresentou valor superior para os grupos de animais castrados e imunocastrados e inferior para os não castrados.

## **5.4 Total de ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados, insaturados, relação ácidos graxos insaturados saturados, poliinsaturados saturados, monoinsaturados saturados e ômega 6 ( $\omega$ -6) no músculo *Longissimus dorsi***

Não houve diferença significativa para a relação de AGM/AGS. Os valores de ácidos graxos monoinsaturados, insaturados e relação AGI/AGS foram menores para os animais não castrados quando comparados aos demais grupos. Os valores de ácidos graxos poliinsaturados e ômega 6 ( $\omega$ -6) foram superiores para animais não castrados, intermediário para os imunocastrados e inferiores para os castrados. Os ácidos graxos saturados foram maiores para os animais não castrados quando comparados aos demais grupos. A relação AGP/AGS foi inferior para o grupo de castrados, e superior para os não castrados e imunocastrados (Tabela 7).

**Tabela 7.** Total de ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados, insaturados, relação ácidos graxos insaturados saturados, poliinsaturados saturados, monoinsaturados saturados e ômega 6 ( $\omega$ -6) no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos castrados e não castrados alimentados com dietas de alto grão

Ácidos graxos (%)	Grupos de tratamentos			EPM	CV (%)	p
	Não castrados	Castrados	Imunocastrados			
Saturados	53,54a ± 2,61	51,03b ± 2,79	50,49b ± 2,87	0,575	4,16	0,001
Monoinsaturados	42,57b ± 2,96	46,58a ± 2,78	46,24a ± 2,85	0,643	5,16	0,002
Poliinsaturados	3,87a ± 0,63	2,37c ± 0,41	3,26b ± 0,57	0,161	13,32	<0,001
Total AGI	46,45b ± 2,61	48,96a ± 2,79	49,50a ± 2,87	0,575	4,47	0,010
AGI/AGS	0,87b ± 0,09	0,96a ± 0,10	0,98a ± 0,11	0,021	8,63	0,010
AGP/AGS	0,07a ± 0,01	0,04b ± 0,008	0,06a ± 0,01	0,002	12,86	<0,001
AGM/AGS	0,79 ± 0,094	0,91 ± 0,66	0,92 ± 0,11	0,078	36,15	0,125
$\omega$ -6	3,87a ± 0,63	2,37c ± 0,41	3,26b ± 0,57	0,161	13,32	<0,001

AGI: Ácidos graxos insaturados. AGS: Ácidos graxos saturados. AGP: Ácidos graxos poliinsaturados. AGM: Ácidos graxos monoinsaturados.  $\omega$ : Ômega. EPM: Erro padrão da média. CV: Coeficiente de variação. p: probabilidade. Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

### 5.5 Correlação dos ácidos graxos com a espessura da gordura subcutânea, espessura de gordura do *Gluteus biceps*, colesterol e gordura do músculo *Longissimus dorsi*

Observou-se correlação negativa e moderada entre as variáveis trombogenicidade ( $p = 0,006$ ;  $r = - 0,61$ ), ácidos graxos poliinsaturados ( $p = 0,005$ ;  $r = - 0,52$ ),  $\omega$ -6 ( $p = 0,005$ ;  $r = - 0,52$ ) e fraca para ácidos graxos saturados ( $p = 0,014$ ;  $r = - 0,46$ ) e relação AGP/AGS ( $p = 0,027$ ;  $r = - 0,42$ ) (Tabela 8).

Houve correlação negativa moderada significativa entre o colesterol e  $\Delta^9$ -dessorase C18 ( $p = 0,044$ ;  $r = - 0,38$ ), porém as demais variáveis não apresentaram correlação significativa com o colesterol.

Não há correlação significativa para gordura e ácidos graxos poliinsaturados, relação AGP/AGS e  $\omega$ -6. Observou-se correlação significativa positiva e forte entre gordura e ácidos graxos monoinsaturados ( $p = <0,001$ ;  $r = 0,73$ ), insaturados ( $p = <0,001$ ;  $r = 0,72$ ) e relação AGI/AGS ( $p = <0,001$ ;  $r = 0,71$ ) e AGM/AGS ( $p = <0,001$ ;  $r = 0,72$ ). Observou-se também correlação moderada para as variáveis h/H ( $p = 0,002$ ;  $r = 0,65$ ),  $\Delta^9$ -dessorase C18 ( $p = 0,001$ ;  $r = 0,67$ ) e fraca para  $\Delta^9$  dessorase C16 ( $p = 0,038$ ;  $r = 0,39$ ) e elongases ( $p = 0,024$ ;  $r = 0,43$ ). Houve correlação significativa negativa e forte entre gordura e ácidos graxos saturados ( $p = <0,001$ ;  $r = - 0,72$ ) e moderada para as variáveis aterogenicidade ( $p = 0,006$ ;  $r = - 0,61$ ) e trombogenicidade ( $p = 0,012$ ;  $r = - 0,58$ ).

**Tabela 8.** Correlação dos ácidos graxos com a espessura da gordura subcutânea, espessura de gordura do *Gluteus biceps*, colesterol e gordura do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos castrados e não castrados alimentados com dietas de alto grão

Ácidos graxos	Espessura de gordura subcutânea (mm)		Espessura de gordura do <i>Gluteus biceps</i> (mm)		Colesterol (mg/100g)		Gordura (%)	
	r	p value	r	p value	r	p value	r	p value
	<b>Saturados (%)</b>							
C14:0 Mirístico	-0,09	0,619	0,19	0,323	-0,18	0,366	-0,32	0,097
C15:0 Pentadecanoico	0,09	0,645	0,02	0,914	0,32	0,094	-0,44	0,020
C16:0 Palmítico	0,01	0,950	0,13	0,492	0,05	0,788	-0,41	0,032
C17:0 Margarino	0,21	0,280	-0,14	0,473	0,42	0,029	-0,23	0,236
C18:0 Esteárico	0,10	0,591	-0,36	0,057	0,37	0,053	-0,55	0,002
<b>Monoinsaturados (%)</b>								
C14:1 <i>c</i> 9 Miristoleico	0,03	0,865	0,25	0,223	-0,01	0,971	0,07	0,726
C16:1 <i>c</i> 9 Palmitoleico	-0,21	0,291	0,08	0,666	-0,28	0,145	0,26	0,189
C17:1 <i>c</i> 9 Heptadecenoico	-0,02	0,892	-0,04	0,813	0,07	0,693	0,28	0,148
C18:1 <i>c</i> 9 / C18:1 <i>t</i> 9 Oleico/Elaidico	-0,05	0,789	0,12	0,542	-0,32	0,103	0,69	<0,001
C18:1 <i>t</i> 11 Transvacênico	0,05	0,800	0,11	0,571	0,10	0,608	-0,09	0,624
<b>Polinsaturados (%)</b>								
C18:2 <i>c</i> 9 <i>c</i> 12 Linoleico	-0,09	0,637	-0,20	0,299	0,07	0,692	-0,33	0,085
Aterogenicidade	0,02	0,910	0,02	0,918	0,12	0,537	-0,61	0,006
Trombogenicidade	-0,02	0,893	-0,25	0,196	0,21	0,278	-0,58	0,012
h/H	-0,05	0,803	0,01	0,981	-0,22	0,264	0,65	0,002
$\Delta^9$ Desaturase C16	-0,21	0,277	0,06	0,735	-0,32	0,097	0,39	0,038
$\Delta^9$ Desaturase C18	-0,11	0,570	0,29	0,137	-0,38	0,044	0,67	0,001
Elongase	0,03	0,864	-0,17	0,383	-0,04	0,808	0,43	0,024
Saturados	0,09	0,646	-0,19	0,338	0,32	0,093	-0,72	<0,001
Monoinsaturados	-0,05	0,770	0,22	0,262	-0,31	0,110	0,73	<0,001
Poliinsaturados	-0,09	0,637	-0,20	0,299	0,07	0,693	-0,33	0,085
AGI	-0,09	0,646	0,19	0,338	-0,32	0,093	0,72	<0,001
AGI/AGS	-0,08	0,670	0,17	0,373	-0,31	0,114	0,71	<0,001

AGP/AGS	-0,12	0,529	-0,14	0,459	-0,01	0,977	-0,16	0,397
AGM/AGS	-0,06	0,737	0,19	0,330	-0,30	0,122	0,72	<0,001
$\omega$ -6	-0,09	0,637	-0,20	0,299	0,07	0,692	-0,33	0,085

C: Carbonos. *c*: Estereoisomeria espacial *cis*. *t*: Estereoisomeria espacial *trans*. h: Hipocolesterolêmicos. H: hipercolesterolêmicos. AGI: Ácidos graxos insaturados. AGS: Ácidos graxos saturados. AGP: Ácidos graxos poliinsaturados. AGM: Ácidos graxos monoinsaturados.  $\omega$ : Ômega.

## VI – DISCUSSÃO

### 6.1 Espessura de gordura subcutânea, espessura de gordura do *Gluteus biceps*, lipídeos totais, colesterol e umidade

A espessura de gordura subcutânea e espessura de gordura do *Gluteus biceps* são semelhantes nos grupos avaliados. Os resultados encontrados não corroboram com os demais relatados na literatura. Andreo et al. 2016 avaliando dois grupos de animais nelore confinados, divididos em não castrados e imunocastrados BOPRIVA<sup>®</sup> observaram que os imunocastrados apresentaram maior espessura de gordura (4,22 mm) quando comparados aos inteiros (3,34 mm). Resultados semelhante também foram encontrados por De Freitas et al. (2015) que descobriram que touros imunocastrados apresentaram maior espessura de gordura subcutânea (4,90 mm) que os touros não castrados (3,61 mm). De Freitas et al. (2015) atribuiu a maior espessura de gordura subcutânea devido a baixa concentração de testosterona sérica, consequência do efeito da imunocastração.

Possivelmente a inexistência de diferença significativa entre os grupos testados do atual trabalho está relacionada com a idade dos animais, uma vez que foram utilizados animais com idade inicial de dois meses e final de 11 meses. Conforme Donicht et al. 2011 a idade tem forte influencia na qualidade da carne bovina, esta determina o grau de acabamento da carcaça, a taxa de marmoreio da carne e o grau de solubilidade do colágeno. Com o aumento da idade dos animais, a mesma vai tornando mais dura, porque a solubilidade do colágeno diminui, pois aumenta a concentração da piridinolina, que está relacionada ao amadurecimento tecidual da síntese de colágeno. Por outro lado, com o avançar da idade, o animal vai acumulando mais gordura subcutânea e intramuscular, que atuam positivamente na qualidade da carne. Desta forma, Andrade et al. (2010) avaliaram o grau de acabamento na carcaça e observou diferenças significativas, indicando que animais com 31 meses possuem melhor acabamento, média de 2,81 mm que animais com 25 meses com 1,93 mm.

A espessura de gordura subcutânea entre os grupos apresentou média de 2,83 mm, valor abaixo do que é prioridade pela indústria frigorífica (3,00 mm) na compra de carcaças. Essa espessura protege a superfície muscular durante os processos de resfriamento no encurtamento das fibras, evita a desidratação, auxilia na conservação da carne e promove um melhor rendimento de carcaça fria (Smith, Carpenter, 1973). Resultados descritos por Miotto et al. (2012) e Rezende et al. (2012) avaliando touros cruzados *B. taurus* × *B. indicus* terminados em confinamento corroboram com os valores encontrados no presente trabalho menores que 3,00 mm, mas superiores a 2,00 mm sendo esse o mínimo aceitável para garantir a qualidade da carne bovina.

Os valores relatados para lipídeos totais seguiram comportamentos semelhantes, com médias menores para os animais não castrados e maiores para os castrados e imunocastrados. Tais resultados, mostram o efeito da castração uma vez que a testosterona tem efeito inibitório sobre as atividades das enzimas lipogênicas no tecido adiposo induzindo maiores taxas lipolíticas basais. Animais castrados cessam a produção de testosterona e desta forma não há inibição das enzimas lipogênicas (Prior et al., 1983). Os valores de lipídeos totais do trabalho corroboram com os dados de Ruiz et al. (2005) avaliando três grupos de animais não castrados, castrados e imunocastrados, os quais observaram valores inferiores para animais não castrados (1,23%) e superiores para os demais grupos (1,61 e 2,17%). Dos Reis (2017) avaliou a influência do tipo de terminação, a pasto com suplementação proteico-energética ou confinamento e observou valores de lipídeos totais de animais em confinamento próximos aos encontrados no atual trabalho, concluindo que o tipo de terminação utilizada na alimentação animal interfere composição centesimal da carne.

Os valores de colesterol relatados foram semelhantes entre os grupos avaliados e menores em relação aos encontrados na literatura. Esse ácido policíclico usualmente conhecido como esteroide está contido na gordura intramuscular que foi avaliada por meio dos lipídeos totais e apresentaram valores semelhantes que foram baixos. Conforme Faye et al. (2015) os ácidos graxos saturados mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) são os principais responsáveis pelo aumento do colesterol, porém conforme a Tabela 6 é possível observar que não houve diferença estatística desses ácidos nos grupos de animais avaliados, desta forma justifica-se a igualdade dos teores de colesterol. As médias encontradas foram 36,00; 35,99 e 35,69 mg/100g respectivamente para os grupos não castrados, castrados e imunocastrados, enquanto

que autores como Ruiz et al. (2005) avaliando a composição centesimal na carne de animais não castrados, castrados e imunocastrados encontraram médias de 50,00; 49,00 e 51,80 mg/100g respectivamente. De Freitas et al. (2014) avaliando a carne do *Longissimus dorsi* de animais terminados em confinamento ou a pasto não encontraram diferença significativa para os teores de colesterol. Segundo os autores o sistema de terminação não influenciou os níveis dessa variável, tal justificativa pode estar relacionado com a composição do pasto, uma vez que esse foi melhorado com a introdução de espécies de inverno e primavera.

Lichtenstein et al. (2006) sugerira que a ingestão de colesterol seja inferior a 300 mg/dia de colesterol, desta forma, considerando que o consumo per capita de carne pelo brasileiro em 2016, foi de 95g/habitante/dia (IBGE, 2017) e a média do colesterol encontrado na carne deste experimento foi de 35,89 mg/100g. Multiplicando a média de consumo de carne pela concentração média de colesterol da carne encontra-se 34,09 mg, ficando abaixo do que preconizam Lichtenstein et al. (2006), indicando que a carne do experimento possui boas características quanto ao quesito analisado.

O teor de umidade analisado foi superior para o grupo de animais não castrados e inferior para os demais. Comportamento inverso foi observado para a variável lipídeos totais que apresentou valores menores para o grupo de não castrados e maiores para os demais. Os resultados do presente estudo corroboram e são justificados por Rodrigues, Andrade (2004) e Abrahão et al. (2008) os quais ressaltaram que as proporções de cada componente da composição centesimal são relacionadas direta ou inversamente e um exemplo claro é a umidade e o teor de lipídeos totais que possuem uma reciprocidade negativa, quanto mais elevado o valor da umidade, proporcionalmente, menor será o teor dos lipídeos totais.

## **6.2 Composição de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi***

As maiores concentrações de ácidos graxos encontradas foram do palmítico, esteárico e oleico/elaidico com percentuais médios de 29,29; 19,63 e 32,51% respectivamente. Os dados confirmam aqueles relatados por Andreo et al. (2016) avaliando o perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Nelore não castrados e imunocastrados (BOPRIVA<sup>®</sup>). Os ácidos palmítico e esteárico são considerados inertes no rúmen (Lock et al., 2012; Daley et al., 2010) porém o palmítico está associado ao

aumento dos níveis de colesterol total no plasma podendo elevar o nível das lipoproteínas de baixa densidade e de alta densidade. Ambos os grupos de animais avaliados apresentaram médias semelhantes do ácido palmítico, desta forma, os resultados são importantes porque mostram que o efeito da castração não influenciou nos teores desse ácido graxo.

O ácido esteárico apresentou menor valor em relação ao palmítico e oleico/elaidico, possivelmente devido à redução da biohidrogenação do ácido linoleico, que apresentou baixas concentrações no atual trabalho, o que pode limitar a hidrogenação do ácido *trans*-vacênico ao ácido esteárico (Lage et al., 2014). Assim como também pelo efeito dos aditivos monensina sódica e virginiamicina que estavam presentes no núcleo vitamínico mineral, uma vez que esses atuam inibindo as bactérias gram positivas, sendo que essas atuam no processo de biohidrogenação de lipídeos como a *Butyrivibrio fibrisolvens*. Os valores encontrados evidenciam que animais não castrados apresentam proporções maiores do ácido esteárico quando comparado aos castrados. Esse resultado é confirmado pelas concentrações do ácido linoleico que apresentaram valores maiores para o grupo de não castrados, desta forma, a redução da biohidrogenação do linoleico refletiu nas concentrações do esteárico.

O ácido graxo linoleico apresentou baixa concentração, provavelmente pela presença dos aditivos no núcleo vitamínico mineral presente na dieta assim como também pela inexistência de forragem na dieta, uma vez que pesquisas desenvolvidas por Realini et al. (2004), De la Fuente et al. (2009), Morales et al. (2012) evidenciaram que animais em pastagem apresentam valores superiores desse ácido quando comparado a animais em regime de confinamento. Os baixos teores de C18:2 *c9 c12* que variaram de 2,37 a 3,87% confirmam a inexistência do ácido linoleico conjugado (CLA) uma vez que esse é proveniente da biohidrogenação do ácido linolênico (Lucatto et al., 2014).

O ácido oleico tem efeito benéfico sobre o metabolismo do colesterol e exerce um papel importante contra doenças cardiovasculares (De Lacruz et al., 2000). De acordo com Lopez-Huertas (2010), um aumento na ingestão de ácido oleico pode ser favorável, uma vez que limita a ingestão de gordura saturada. Neste trabalho, os teores dos ácidos oleico/elaidico foram menores para os animais inteiros e maiores para os castrados e imunocastrados com médias de 32,51; 37,69 e 35,51% respectivamente. Esses resultados provavelmente justificam pelo fato dos animais castrados e imunocastrados terem apresentado valores de lipídeos totais superiores. Segundo De

Smet et al. (2004) a concentração de ácidos graxos monoinsaturados aumenta mais rapidamente com o aumento da gordura no músculo do que a concentração de poliinsaturados. Os resultados encontrados corroboram com Amatayakul-Chantler et al. (2012), Andreo et al. (2016), De Freitas et al. (2015) ao encontrarem maiores concentrações do ácido oleico no músculo de animais imunocastrados em comparação ao grupo de animais não castrados.

Ao contrário dos resultados obtidos neste estudo, Ruiz et al. (2005) não encontraram diferenças significativas no percentual de ácidos graxos em machos imunocastrados e não castrados. A divergência dos resultados, possivelmente, é devida a uma sequência de fatores, até mesmo como os experimentos foram conduzidos. Esses autores mantiveram os animais em pastagem durante todo período experimental e utilizaram três doses de imunocastração, enquanto neste estudo os animais foram mantidos em um confinamento recebendo apenas dieta de alto grão, e foram administradas duas doses da vacina de imunocastração BOPRIVA<sup>®</sup>.

Portanto, a castração e imunocastração podem ser utilizadas como alternativa a fim de melhorar o perfil de ácidos graxos na carne bovina, aumentando a porcentagem de ácidos graxos monoinsaturados, principalmente o oleico.

### **6.3 Índices de aterogenicidade e trombogenicidade, razão entre ácidos graxos hipo e hipercolesterolêmicos e atividade de enzimas dessaturases e elongases do músculo *Longissimus dorsi***

Os índices de aterogenicidade e trombogenicidade apresentaram resultados semelhantes com médias superiores para animais não castrados e inferiores para castrados e imunocastrados. Existe um consenso em que a quantidade de ácidos graxos insaturados são eficazes para reduzir os índices de aterogenicidade e trombogenicidade (Turan et al., 2007). Tal afirmativa corrobora com os resultados de AGI encontrados com porcentagens maiores para os animais castrados e imunocastrados. Ressaltando que esses índices avaliados são comumente usados para diagnosticar o valor nutricional da carne e seus efeitos sobre a saúde do consumidor, quanto menor o índice encontrado, melhora a qualidade da carne (Ulbricht; Southgate, 1991).

A razão entre ácidos graxos hipo e hipercolesterolêmicos foi menor para os animais não castrados, provavelmente devido aos maiores valores de índices de

aterogenicidade, trombogenicidade e concentração total de ácidos graxos saturados. Segundo Santos Silva et al. (2002), a relação AGP/AGS é normalmente utilizada para avaliar o valor nutricional do perfil de AG da dieta. Entretanto, esta relação não é adequada para esta avaliação assim como a razão h/H, uma vez que é considerada apenas a estrutura química dos AG, e falha ao atribuir efeitos hipercolesterolêmicos a todos os AGS, ignorando os efeitos hipocolesterolêmicos dos AGM. Assim, estes autores recomendam que a melhor maneira de avaliar o valor nutricional do perfil de AG seria a utilização de relações baseadas nos efeitos funcionais dos AG como, por exemplo, a relação entre AG hipocolesterolêmicos (h): hipercolesterolêmico (H). Essa razão h/H constitui um índice que considera a atividade funcional dos AG no metabolismo das lipoproteínas de transporte do colesterol plasmático, cujo tipo e quantidade está relacionado com o maior ou menor risco de incidência de doenças cardiovasculares. Na literatura considera-se como referência o valor 2,0 atribuído aos produtos cárneos (Santos-Silva et al., 2002). Valores superiores a 2,0 correspondem a produtos com composição de AG desejável no aspecto nutricional, pois são compostos, em sua maior parte, de AG hipocolesterolêmicos e, conseqüentemente, reduzem o risco de doenças cardiovasculares (Assunção, 2007). Desta forma, os animais castrados e imunocastrados apresentaram médias superiores da razão h/H evidenciando que a carne desses animais apresentaram um melhor valor nutricional do perfil de ácidos graxos.

As médias da  $\Delta^9$  dessaturase C16 foram semelhantes, assim como as concentrações dos ácidos palmítico (C16:0) e palmitoleico (C16:1 *c*9), o que justifica em relação a função das enzimas dessaturases que é converter os ácidos graxos saturados de 16 e 18 carbonos em seus respectivos monoinsaturados, conforme (Oliveira et al., 2011). A atividade da  $\Delta^9$  dessaturase C18 apresentou coeficientes superiores para os grupos de animais castrados e imunocastrados o que justifica os teores de ácido graxo oleico/elaidico encontrado, uma vez que esse pode ser proveniente da dessaturação do ácido esteárico. Os dados de Andreo et al. (2016) avaliando o perfil de ácidos graxos de machos não castrados e imunocastrados corroboram com o estudo, ambos não observaram diferença dos grupos para a variável  $\Delta^9$  dessaturase C16 e médias maiores de  $\Delta^9$  dessaturase C18 para o grupo de animais imunocastrados.

As médias encontradas para a enzima elongase foram semelhantes nos grupos avaliados, assim como os teores do ácido palmítico e palmitoleico, os resultados podem ser justificados pelo fato de existir uma correlação entre a concentração de ácido

plamítico e palmitoleico (Lopes et al., 2012). Quando maior a atividade da enzima alongase menor concentração de ácido palmítico e palmitoleico. Médias semelhantes foram encontradas nos músculos de animais com idade e peso próximos aos relatados no presente estudo, no qual Fiorentini et al. 2015 avaliaram o perfil de ácidos graxos na carne de novilhos Nelore em confinamento recebendo diferentes fontes lipídicas.

#### **6.4 Total de ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados, insaturados, relação ácidos graxos insaturados saturados e poliinsaturados saturados no músculo *Longissimus dorsi***

A concentração de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de machos holandeses não castrados, castrados e imunocastrados alimentados com dieta de alto grão foi típica para carne de animais em confinamento com menores proporções de ácidos graxos insaturados e maiores de saturados. Segundo Scollan et al., 2014 os resultados encontrados justificam-se pelo manejo alimentar, uma vez que no atual trabalho adotou-se dieta de alto grão durante todo o período experimental, assim como também pelo processo de biohidrogenação, no qual é caracterizado como um mecanismo de defesa dos microrganismos ruminais para reduzir a toxicidade dos AGI, sendo que esses inibem o metabolismo microbiano, e essa atividade inibitória é maior quanto maior o grau de insaturação (Prieto-Manrique, Esperanza et al., 2016).

A soma das concentrações de ácidos graxos saturados foram superiores para os animais não castrados e inferiores para os castrados e imunocastrados. Ressalta-se que esses ácidos graxos são os responsáveis por desencadear danos a saúde. Já a soma de ácidos graxos monoinsaturados e insaturados foram maiores para o grupo de animais castrados e imunocastrados, sendo esses ácidos graxos caracterizados como benéficos. Desta forma, esses resultados justificam a castração e imunocastração como alternativa na melhoraria do teor de ácidos graxos na carne bovina.

As maiores concentrações de ácidos graxos poliinsaturados para animais não castrados e menores para os castrados e imunocastrados, provavelmente relaciona-se aos teores de ácidos graxos monoinsaturados aumentar mais rápido com uma maior quantidade de gordura nos músculos do que o conteúdo de poliinsaturados (De Smet et al., 2004). A afirmação desses autores corrobora com os resultados encontrados uma vez que, o grupo de animais castrados e imunocastrados tiveram maiores teores de

lipídeos totais. Autores como Andreo et al. (2016) observaram o mesmo comportamento avaliando o perfil de ácidos graxos de animais não castrados e imunocastrados.

A porcentagem da razão de ácidos graxos poliinsaturados:saturados variou de 0,04 a 0,07%. Esses valores baixos são justificados pelo fato da carne bovina apresentar uma maior concentração de ácidos graxos saturados e menor de poliinsaturados. A taxa recomendada de AGP/AGS na dieta devem ser maior que 0,4 conforme Wood et al. (2003), devido os benefícios dos ácidos graxos poliinsaturados para a saúde humana (Lopez-Huertas, 2010). Portanto, nenhum grupo avaliado apresentou taxas de acordo com as recomendações.

A taxa de ácidos graxos insaturados:saturados foram maiores para os animais castrados e imunocastrados o que confirma por meio dos resultados encontrados para a soma de ácidos graxos insaturados que apresentou mesma tendência.

### **6.5 Correlação dos ácidos graxos com a espessura da gordura subcutânea, espessura de gordura do *Gluteus biceps*, colesterol e gordura do músculo *Longissimus dorsi***

O aumento na porcentagem de lipídeos totais do músculo à medida que se elevava a concentração dos ácidos graxos monoinsaturados, insaturados e  $\Delta^9$  dessaturase C18, mostra uma correlação positiva e forte. Esses resultados são consistentes, pois, o teor de ácidos graxos monoinsaturados aumenta mais rápido com aumento dos teores de gordura presente na carne bovina (De Smet et al., 2004).

À medida que os índices de trombogenicidade foram aumentados houve redução nos teores de ácidos graxos poliinsaturados,  $\omega$ -6 e relação AGP/AGS. Esses resultados justificam o que já foi relatado no atual trabalho, no qual esses teores de ácidos graxos poliinsaturados,  $\omega$ -6 e relação AGP/AGS estão relacionados com o valor nutricional da carne bovina e os índices de trombogenicidade com os teores de gordura prejudiciais a saúde humana. Desta forma, à medida que esse índice aumento, reduz os benefícios nutricionais da carne.

Houve correlação negativa entre o colesterol e  $\Delta^9$  dessaturase C18, provavelmente esses resultados estão relacionados com a capacidade de dessaturação do ácido esteárico convertendo-o em ácidos oleico e linoleico, os quais possuem ação comprovada em relação a redução nos teores de colesterol.

A existência de correlação positiva entre gordura e ácidos graxos monoinsaturados e razão AGI/AGS é justificada por De Smet et al. (2004) uma vez que, o teor de ácidos graxos monoinsaturados aumenta mais rápido com aumento dos teores de gordura quando comparado aos ácidos graxos poliinsaturados.

A correlação negativa entre gordura e índices de aterogenicidade e trombogenicidade mostra que nem todo o ácido graxo presente no músculo da carne bovina reduz o valor nutricional da mesma, uma vez que devemos levar em consideração os ácidos graxos insaturados.

## VII – CONCLUSÃO

A castração cirúrgica e imunocastração são alternativas para produzir carne com melhor ou mesmo perfil de ácidos graxos, níveis de colesterol e índices de qualidade nutricional quando comparados a novilhos inteiros recebendo dietas de alto grão. A carne desses animais proporcionam maiores concentrações de ácidos graxos insaturados e razão entre ácidos graxos hipo e hipercolesterolêmicos. Adicionalmente são encontradas menores concentrações de ácidos graxos saturados considerados prejudiciais à saúde e menores índices de aterogenicidade e trombogenicidade, e aumento da porcentagem de ácidos graxos monoinsaturados (principalmente ácido oleico), que pode ser benéfico à saúde humana.

## REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, J. J. S.; MARQUES, J. Á.; MACEDO, L. M.; PRADO, J. M.; VISANTAINER, J. V.; PRADO, I. N. Composição química e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de bovinos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 30, n. 4, p. 443-449, 2008. <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v30i4.465>.

AMATAYAKUL-CHANTLER, S.; JACKSON, J. A.; STEGNER, J.; KING, V.; RUBIO, L. M. S.; HOWARD, R.; WALKER, J. Immunocastration of Bos indicus × brown swiss bulls in feedlot with gonadotropin-releasing hormone vaccine bopriva provides improved performance and meat quality. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 11, p. 3718–3728, 2012. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2011-4826>.

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

ANDREO, N.; BRIDI, A. M.; SOARES, A. L.; PROHMANN, P. E. F.; PERES, L. M.; TARSITANO, M. A.; GIANGARELI, B. de L.; TAKABAYASHI, A. A. Fatty acid profile of beef from immunocastrated (BOPRIVA®) Nellore bulls. **Meat Science**, v. 117, p. 12–17, 2016.

AOAC. Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists (15<sup>th</sup> ed.) (Washington, DC, USA), 1990.

ASSUNÇÃO, J. M. P. **Contribuição para o estudo da composição lipídica e do valor nutricional de leites e produtos lácteos dos açores**. 2007. 113f. Dissertação de mestrado em controle da qualidade e toxicologia dos alimentos, Universidade de Lisboa, Lisboa.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry and Physiology**, Ottawa, v. 37, n. 8, p. 911- 917, 1959.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Determinação de colesterol em carne: comparação de um método colorimétrico e um método por cromatografia líquida de alta eficiência. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 60, p. 53-57, 2001.

BRUGIAPAGLIA, A.; LUSSIANA, C.; DESTEFANIS, G. Fatty acid profile and cholesterol content of beef at retail of Piemontese, Limousin and Friesian breeds. **Meat Science**, v. 96, p. 568-573, 2014.

CLIMACO, S. M.; RIBEIRO, E. L. A.; ROCHA, M. A.; MIZUBUTI, I. Y.; SILVA, L. D. F.; NORO, L. Y.; TURINI, T. Características de carcaça e qualidade da carne de

bovinos inteiros ou castrados da raça Nelore, suplementados ou não durante o primeiro inverno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 6, p. 1867-1872, 2006.

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

DE LACRUZ, J. P.; VILLA LOBOS, M. A.; CARMONA, J. A.; ROMERO, M.; AGREDA, J. M.; DE LACUESTA, F. Antithrombotic potential of olive oil administration in rabbits with elevated cholesterol. **Thrombosis Research**, v. 100, n. 4, p. 305–315, 2000.

DE LA FUENTE, J.; DÍAZ, M. T.; ÁLVAREZ, I.; OLIVER, M. A.; FONT, I.; FURNOLS, M.; SAÑUDO, C.; CAMPO, M. M.; MONTOSI, F.; NUTE, G. R.; CAÑEQUE, V. Fatty acid and vitamin E composition of intramuscular fat in cattle reared in different production systems. **Meat Science**, v. 82, n. 3, p. 331-337, 2009. Doi:10.1016/j.meatsci.2009.02.002

DE FREITAS, A. K.; LOBATO, J. F. P.; CARDOSO, L. L.; TAROUÇO, J. U.; VIEIRA, R. M.; DILLENBURG, D. R.; CASTRO, I. Nutritional composition of the meat of Hereford and Braford steers finished on pastures or in a feedlot in Southern Brazil. **Meat Science**, v. 96, n. 1, p. 353-360, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.021>.

DE FREITAS, V. M.; LEÃO, K. M.; ARAUJO NETO, F. R.; MARQUES, T. C.; FERREIRA, R. M.; DE OLIVEIRA, E. B. Effects of surgical castration, immunocastration and homeopathy on the performance, carcass characteristics and behaviour of feedlot-finished crossbred bulls. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1725-1734, 2015. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3p1725>.

DE SMET, S.; RAES, K.; DEMEYER, D. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. **Animal Research**, v. 53, n. 1, p. 81–98, 2004.

DONICHT, P. A. M.; RESTLE, J.; FREITAS, L. S. Fat sources in diets for feedlot finished steers - carcass and meat characteristics. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.12, p. 487-496. 2011.

DOS REIS, R. C. **Qualidade nutricional da carne de tourinhos nelore e ½ angus-nelore terminados em confinamento ou em pastagem com suplementação**. 2017. 111f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, Goiás, 2017.

DOS SANTOS, C. L. **Estudo do crescimento e da composição química dos cortes da carcaça de cordeiros santa inês e bergamácia**. 2002. 257f. Tese (Doutorado em Zootecnia, área de concentração Produção Animal) Universidade Federal de Lavras, 2002.

FAYE, B.; BENGOUNI, M.; AL-MASAUD, A.; KONUSPAYEVA, G. Comparative milk and serum cholesterol content in dairy cow and camel. **Journal of King Saud University-Science**, v. 27, n. 2, p. 168-175, 2015.

FIorentini, G.; CARVALHO, I. P. C.; MESSANA, J. D.; CASTAGNINO, P. S.; BERNDT, A.; CANESIN, R. C.; FRIGHETTO, R. T. S.; BERCHIELLI, T. T. Effect of lipid sources with different fatty acid profiles on the intake, performance, and methane emissions of feedlot Nellore steers. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 4, p. 1613–1620, 2015.

GEÓCZE, K. C. **Análise exploratória de carotenóides, óleos essenciais e triacilglicerídios do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) de municípios brasileiros situados no bioma cerrado**. 2011. 229f. Tese (Pós Graduação em Agroquímica para obtenção do título de *Doctor Scientiae*) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

GRANDIN, T. Good management practices for animal handling and stunning, 2ed, 22p, 2001.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatística da produção pecuária - 2017. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>.

ISO - International Organization for Standardization (1978). **Animal and vegetable fats and oils preparation of methyl esters of fatty acids** - method ISO 5509. Geneve, p. 1 - 6.

JHAM, G. N.; TELLES, F. F. F.; CAMPOS, L. G. Use of aqueous HCl/MeOH as esterification reagent for analysis of fatty acids derived from soybean lipids. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 59, n. 3, p. 132–133, 1982.

LAGE, J. F; BERCHIELLI, T. T; SAN VITO, E; SILVA, R. A; RIBEIRO, A. F; REIS, R. A; DALLANTONIA, E. E; SIMONETTI, L. R; DELEVATTI, L. M; MACHADO, M. Fatty acid profile, carcass and meat quality traits of young Nellore bulls fed crude glycerin replacing energy sources in the concentrate. **Meat Science**, v. 96, n. 3, p. 1158–1164, 2014.

LICHTENSTEIN, A. H; APPEL, L. J; BRANDS, M; CARNETHON, M; DANIELS, S; FRANCH, H. A; FRANKLIN, B; KRIS-ETHERTON, P; HARRIS, W. S; HOWARD, B; KARANJA, N; LEFEVRE, M; RUDEL, L; SACKS, F; VAN HORN, L; WINSTON, M; WYLIE-ROSETT, J. Diet and lifestyle recommendations revision 2006: a scientific statement from the American Heart Association Nutrition Committee. **Circulation**, v. 114, n. 1, p. 82-96, 2006. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.176158>.

LOCK, A. L.; VAN AMBURGH, M. E. Feeding for milk components. **WCDS Adv. Dairy Technology**, v. 24, p. 265–277, 2012.

LOPEZ-HUERTAS, E. Health effects of oleic acid and long chain omega-3 fatty acids (EPA and DHA) enriched milks. A review of intervention studies. **Pharmacological Research**, v. 61, n. 3, p. 200–207, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.phrs.2009.10.007>.

LOPES, L. M.; LADEIRA, M. M.; MACHADO NETO, O. R.; RAMOS, E. M.; PAULINO, V. R.; CHIZZOTTIL, M. L.; GUERREIRA, M. C. Composição química e de ácidos graxos do músculo *longissimus dorsi* e da gordura subcutânea de tourinhos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 41, n. 4, p. 978-985, 2012.

LUCATTO, J. N.; BRANDÃO, S. N. T. G.; DRUNKLER, D. A. Ácido linoléico conjugado: estrutura química, efeitos sobre a saúde humana e análise em lácteos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 69, n. 3, p. 199-211, 2014.

MIOTTO, F. R. C.; RESTLE, J.; NEIVA, J. N. M.; RESENDE, P. L. P.; LAGE, M. E.; PRADO, C. S.; PADUA, J. T.; ARAÚJO, V. L. Farelo de mesocarpo de babaçu (*Orbygnia* sp.) na terminação de bovinos: composição física da carcaça e qualidade da carne. **Ciência Rural**, v. 42, n. 7, 2012.

MORALES, R.; FOLCH, C.; IRAIRA, S.; TEUBER, N.; REALINI, A. E. Nutritional quality of beef produced in Chile from different production systems. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 72, p. 80–87, 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. Washington: National Academic Science Press, 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC. 2001. 242 p.

OLIVEIRA, D. M.; LADEIRA, M. M.; CHIZZOTTI, M. L.; MACHATO NETO, O. R.; RAMOS, E. M.; GONÇALVES, T. M.; BASSI, M. S.; LANNA, D. P. D.; RIBEIRO, J. S. Fatty acid profile and qualitative characteristics of meat from Zebu steers fed with different oilseeds. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 2546–2555, 2011.

PADRE, R. D. G.; ARICETTI, J. A.; MOREIRA, F. B.; MIZUBUTI, I. Y.; DO PRADO, I. N.; VISENTAINER, J. V.; MATSUSHITA, M. Fatty acid profile, and chemical composition of longissimus muscle of bovine steers and bulls finished in pasture system. **Meat Science**, v. 74, n. 2, p. 242–248, 2006. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.02.012>.

PRIETO-MANRIQUE, E.; VARGAS-SÁNCHEZ, J.; ANGULO-ARIZALA, J.; MAHECHA-LEDESMA, L. Supplementation with sunflower oil on milk fatty acids in a tropical dairy farm. **Revista Colombiana Ciencias Animal**, v. 8, p. 297-309, 2016.

PRIOR, R. L.; SMITH, S. B.; SCHANBACHER, B. D.; MERSMANN, H. J. Lipid metabolism in finishing bulls and steers implanted with oestradiol-17  $\beta$ -dipropionate. **Animal Production**, v. 37, n. 1, p. 81–88, 1983.

REALINI, C. E.; DUCKETTA, S. K.; BRITO, G. W.; 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**

**Science**, v. 66, n. 3, p. 567-577, 2004. [http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00160-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00160-8).

REZENDE, P. L. P.; RESTLE, J.; FERNANDES, J. J. R.; FREITAS NETO, M. D.; PRADO, C. S.; PEREIRA, M. L. R. Carcass and meat characteristics of crossbred steers submitted to different nutritional strategies at growing and finishing phases. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, p. 875-881, 2012.

RODRIGUES, V. C.; ANDRADE, I. F. Qualidade de carne de búfalos e bovinos castrados e inteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1839-1849, 2004.

RUIZ, M.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J. V.; HERNANDEZ, J. A.; RIBEIRO, E. L. DE, A.; SHIMOKOMAKI, M.; REEVE, J. J.; DE SOUZA, N. E. Proximate chemical composition and fatty acid profiles of *longissimus* proximate chemical composition and fatty acid profiles of longissimus thoracis from pasture fed LHRH immunocastrated, castrated and intact *Bos indicus* bulls. **South African Journal of Animal Science**, v. 35, n. 1, p. 13–18, 2005. <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v35i1.4044>.

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: Fatty and composition of meat. **Livestock Production Science**, v. 77, n. 2, p. 187-194, 2002.

SCOLLAN, N. D.; DANNENBERGER, D.; NUERNBERG, K.; RICHARDSON, I.; MACKINTOSH, S. B.; HOCQUETTE, J. F.; MOLONEY, A. P. Enhancing the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, v. 97, n. 3, p. 384–394, 2014.

SMITH, G. C.; CARPENTER, Z. L. Postmortem shrinkage of lamb carcasses. **Journal of Animal Science**, v. 36, n. 5, p. 862–867, 1973. <https://doi.org/10.2527/jas1973.365862x>

TURAN, H.; SÖNMEZ, G.; KAYA, Y. Fatty acid profile and proximate composition of the thornback ray (*Raja clavata*, L. 1758) from the Sinop coast in the Black Sea. **Journal of Fish Science**, v. 1, n. 2, p. 97-103, 2007.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: Seven dietary factors. **Lancet**, Barcelona, v. 338, p. 985–992, 1991.

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