



**CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA, COMPOSIÇÃO  
NUTRICIONAL E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA  
CARNE DE BOVINOS SUPLEMENTADOS EM PASTEJO**

**DIANA CAROLINA CEDIEL DEVIA**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA, COMPOSIÇÃO  
NUTRICIONAL E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA  
CARNE DE BOVINOS SUPLEMENTADOS EM PASTEJO**

Autora: Diana Carolina Cediél Devia  
Orientador: Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

ITAPETINGA  
BAHIA – BRASIL  
Fevereiro 2021

**DIANA CAROLINA CEDIEL DEVIA**

**CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA, COMPOSIÇÃO  
NUTRICIONAL E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE DE  
BOVINOS SUPLEMENTADOS EM PASTEJO**

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

Orientador: Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

Co-orientadores: Prof. Dr. Fabiano Ferreira Da Silva  
Dr. Laize Vieira Santos

ITAPETINGA  
BAHIA – BRASIL  
Fevereiro 2021

Ficha Catalográfica Preparada pela Biblioteca da UESB, Campus de Itapetinga

636.085 Devia, Diana Carolina Cediel.

D51c Características de carcaça, composição nutricional e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos suplementados em pastejo. / Diana Carolina Cediel Devia. - Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2021. 52f.

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação do Prof. D. Sc. Robério Rodrigues Silva e coorientação do Prof. D. Sc. Fabiano Ferreira da Silva e Prof<sup>ª</sup>. D. Sc. Laize Vieira Santos.

1. Bovinos - Pastagem – Suplementos. 2. Bovinos – Suplementação mineral. 3. Pastagem – Suplementação - Proteico-energética. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Silva, Robério Rodrigues. III. Silva, Fabiano Ferreira da. IV. Santos, Laize Vieira. V. Título.

**CDD(21): 636.085**

Catálogo na fonte:

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

Índice Sistemático para Desdobramento por Assunto:

1. Novilhos mestiços – Suplementação - Características de carcaça
2. Pastagem - Suplementação - Composição nutricional
3. Novilhos mestiços – Suplementação - Ácidos graxos

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA  
BAHIA - UESBPROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM ZOOTECNIA - PPZ**

Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Campus Itapetinga-BA

**DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO**

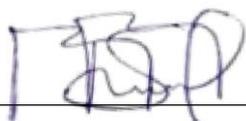
**Título:** “Características de carcaça, composição nutricional e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos suplementados em pastejo”.

**Autor (a):** Diana Carolina Cediel Devia

**Orientador (a):** Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

**Coorientador (a):** Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva  
Dr<sup>a</sup>. Laize Vieira Santos

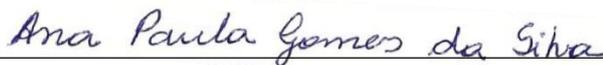
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:



---

Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva – UESB/BRA

Orientador



---

Dr<sup>a</sup>. Ana Paula Gomes da Silva/BRA



---

Prof. Dr. Roman David Castañeda Serrano – UT/COL

Data de realização: 25 de fevereiro de 2021.

*“Correr atrás de um sonho tem um preço. Pode exigir que abandonemos os nossos hábitos, pode nos fazer passar por dificuldades, pode nos levar à decepções, etc. Porém, por mais caro que seja, nunca é tão alto quanto o preço pago por quem não viveu. Porque essa pessoa um dia vai olhar para trás e escutará o próprio coração dizer: “Desperdicei a minha vida.”*

*“O mundo está nas mãos daqueles que têm coragem de viver seus sonhos cada qual com o seu talento.”*

**Paulo Coelho**

*Ao meu pai Luís Carlos; à minha mãe Martha Cecilia; ao meu Irmão Javier Alexander.  
Que deram-me amor, exemplo de dedicação, perseverança, apoio, incentivo, educação,  
ensinaram-me os valores da vida e sempre estiveram comigo nesta caminhada sem  
importar a distância, carrego-os sempre em meu coração.*

**DEDICO!**

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela minha vida, saúde, fé e coragem, que me permitiu seguir empreender este caminho no Brasil e alcançar esta conquista, também pelas bênçãos e graças recebidas tornando possível o meu desenvolvimento pessoal e intelectual ao longo de toda a minha vida.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB – Campus Itapetinga, e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, por fornecerem a oportunidade de realizar o meu mestrado e pesquisa no Brasil.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos.

À minha mãe Martha e ao meu pai Luís, que sempre me ensinaram valores preciosos da vida, por minha formação ética e moral, por toda força, ajuda, incentivo e carinho ao longo desses anos, a quem tenho muito amor e admiração. Amo vocês.

Ao meu irmão, Javier Cediél, agradeço por cada palavra de carinho, amor, incentivo, por sempre me dar força para seguir em busca dos meus sonhos. Te amo, Irmão!

À Marceliana da Conceição Santos, agradeço profundamente por ter depositado confiança em mim, por receber uma estrangeira em sua casa sem primeiro conhecê-la (duas pessoas falando uma língua diferente, momentos e risadas que perduraram na história), por ter aberto as portas de sua casa e de seu coração, por me oferecer sua amizade sincera, por me ajudar em todas e cada uma das coisas que aconteceram-me no Brasil: pessoa de coração grande como você há poucas na vida, tenho a certeza que Deus colocou um anjo no meu caminho e levarei a sua amizade sempre comigo, para onde for. Meus sinceros agradecimentos!

Ao meu ex-orientador de graduação e amigo, Roman David Castañeda Serrano, meu 1º líder no mundo da pesquisa, e promotor do amor pelos ruminantes, em especial, pela nutrição, uma pessoa admirável, sempre acreditando em mim, apoiando e não deixando-me desistir nunca de meus sonhos. Muito Obrigada.

À Ana Paula, por toda a paciência, acompanhamento e ajuda nos momentos mais difíceis desde trabalho, sempre com uma boa atitude e disposição para resolver cada um dos problemas que se apresentaram no caminho, nunca abandonou-me até encontrar uma solução (porque se a gente não sabe, a gente procura, porque sempre duas cabeças aportaram mais neurônios que uma). Muito, mais Muito obrigada de coração!

Ao meu orientador, Robério Rodrigues Silva, por sua gestão administrativa sempre buscando a pós-graduação, por aceitar o desafio de me orientar e permitir a realização de meu sonho de continuar minha formação acadêmico-profissional no Brasil.

A Wbeimar Sanchez, pela amizade, parceria, convivência, alegrias, discussões, trocas de conhecimento, viagens, por todas e cada uma das vivências compartilhadas. Com você aprendi muito da vida, aprendi querer você como um irmão.

À Cleia, Mainha Lucia e Painho Osmar, por terem aberto as portas de sua casa, por me acolher como mais um membro da sua família (Minha Família Brasileira). Muito Obrigada!

À Laize, pelos momentos compartilhados e contribuição nas correções e sugestões realizadas no trabalho.

A Aroldo, do Laboratório de Métodos e Separações Químicas (LABMESQ), pela disponibilidade em colaborar sempre na realização das análises.

A todos os professores da pós-graduação, que contribuíram com a minha formação.

Enfim, agradeço a todos que de uma forma ou de outra colaboraram na execução do meu experimento, desenvolvimento do mestrado e que fizeram parte desta trajetória pelo Brasil.

**Muito obrigada!**

## BIOGRAFIA

*DIANA CAROLINA CEDIEL DEVIA, filha de Luís Carlos Cediél Usme e Martha Cecilia Devia Acosta, nasceu em 04 de outubro de 1996, em Ibagué – Colômbia.*

*Em 2013.2, iniciou o curso de graduação em Medicina Veterinária e Zootecnia, na Universidad del Tolima – UT, campus de Ibagué - Colômbia, finalizando-o em 2018.1.*

*Em 2019.1, iniciou o curso de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração em Produção de Ruminantes, pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB, campus de Itapetinga-BA, sob a orientação do professor Dsc. Robério Rodrigues Silva.*

## SUMÁRIO

	Pagina
LISTAS DE TABELAS.....	IX
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	X
RESUMO.....	XI
ABSTRACT.....	XII
I - REFERENCIAL TEÓRICO .....	1
1.1 Introdução.....	1
1.2 Pecuária de Corte no Brasil.....	2
1.3 Sistema de alimentação x qualidade da Carcaça e da carne Bovina.....	3
1.4 Características da Carcaça.....	4
1.5 Composição Centesimal da Carne.....	5
1.6 Metabolismo lipídico em ruminantes.....	6
1.6.1 Lipólise.....	7
1.6.2 Biohidrogenação.....	7
1.7 Formação dos ácidos graxos na carne bovina.....	8
1.8 Ácidos Graxos na Carne Bovina.....	9
1.8.1 Ácidos Graxos Ômega 3 e Ômega 6.....	10
1.8.2 Ácidos graxos trans.....	11
1.9 Referências Bibliográficas.....	13
II - OBJETIVOS .....	19
2.1 Objetivo Geral.....	19
2.2 Objetivos Específicos.....	19
III - MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1 Local e Período Experimental.....	20
3.2 Animais, manejo alimentar e delineamento experimental.....	20
3.3 Avaliações da carcaça.....	23
3.3.1 Pesos E Rendimentos De Carcaça.....	23

3.3.2 Área Do Musculo Longissimus Dorsi E Espessura De Gordura Subcutânea...	24
3.4 Avaliações da carne.....	24
3.4.1 Obtenção das amostras.....	24
3.4.2 Determinação da Composição Centesimal.....	25
3.4.2.1 <i>Matéria Seca / Umidade</i> .....	25
3.4.2.2 <i>Matéria Mineral</i> .....	25
3.4.2.3 <i>Proteína</i> .....	25
3.4.2.4 <i>Lipídios totais</i> .....	25
3.4.3 Colesterol.....	26
3.4.3.1 <i>Determinação e quantificação do colesterol por HPLC</i> .....	26
3.4.4 Ácidos Graxos.....	27
3.4.4.1 <i>Transesterificação dos triacilgliceróis</i> .....	27
3.4.4.2 <i>Análise dos ésteres metílicos de ácidos graxos por cromatografia</i> .....	27
3.4.4.3 <i>Identificação dos ésteres metílicos</i> .....	28
3.4.4 Avaliação da qualidade nutricional dos lipídios da carne in natura.....	28
3.5 Análises estatísticas.....	29
IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1 Características da carcaça.....	30
4.2 Composição Centesimal e Colesterol da Carne.....	32
4.3 Perfil de Ácidos Graxos da Carne.....	35
4.4 Índices de qualidade nutricional da Carne.....	42
V - CONCLUSÕES.....	44
VI - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

## LISTAS DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Estratégias de suplementação.....	21
TABELA 2. Proporção dos ingredientes nos concentrados (%) na base da matéria seca (MS).....	21
TABELA 3. Composição Química-bromatologica da forragem (Brachiaria Brizantha) e dos suplementos concentrado utilizados no experimento durante as estações chuvosa e seca.....	23
TABELA 4. Peso corporal inicial (PCI) e final (PCF), ganho de peso total (GPT) e ganho médio diário (GMD) de bovinos mestiços em pastejo, submetidos à diferentes estratégias de suplementação.....	23
TABELA 5. Características da carcaça de bovinos mestiços em pastejo, submetidos a diferentes estratégias de suplementação.....	30
TABELA 6. Composição centesimal e teor de colesterol da Carne de bovinos mestiços em pastejo, submetidos a diferentes estratégias de suplementação.....	33
TABELA 7. Perfil de Ácidos graxos da Carne de bovinos mestiços em pastejo, submetidos a diferentes estratégias de suplementação.....	36
TABELA 8. Índices de atividade dessaturase da Carne de bovinos mestiços em pastejo, submetidos a diferentes estratégias de suplementação.....	41
TABELA 9. Índices de qualidade nutricional da Carne de bovinos mestiços em pastejo submetidos a diferentes estratégias de suplementação.....	42

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AG	Ácidos graxos
AGMI	Ácidos Graxos Monoinsaturados
AGPI	Ácidos Graxos Poliinsaturados
AGS	Ácidos Graxos Saturados
AOAC	Official methods of analysis
AOL	Área de olho de lombo
C12:0	Ácidos graxo láurico
C14:0	Ácido graxo mirístico
C14:1	Ácido graxo Miristoléico
C15:0	Ácido graxo pentadecanoico
C15:1	Ácido graxo pentadecenoico
C16:0	Ácido graxo palmítico
C16:1	Ácido graxo palmitoleico
C17:0	Ácido graxo margárico
C18:0	Ácido graxo esteárico
C18:1n-9	Ácido graxo oleico
C18:1t-10	Ácido graxo trans isômero do ácido oleico
C18:1t-11	Ácido graxo trans vacênico
C18:2n6	Ácido graxo linoleico
C18:3n-3	Ácido graxo linolênico
C20:1n-9	Ácido gondóico
C20:4n-6	Ácido araquidônico
C20:5n-3	EPA - Ácido graxo eicosapentaenoico
C22:6n-3	DHA - Ácido graxo docosahexaenoico
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CLA	Ácido Linoleico Conjugado
CLA cis-9, trans-11	Ácido rumênico
CV	Coefficiente de variação
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
EGS	Espessura de gordura subcutânea
GMD	Ganho de peso médio diário
HPLC	Cromatografia líquida de alta eficiência
LABMESQ	Laboratório de Métodos e Separações Químicas
LDL	Lipoproteína de baixa densidade
n-3 ou $\omega$ -3	Ômega-3
n-6 ou $\omega$ -6	Ômega-6
n-6/n-3	Razão ômega-6 / ômega-3
NRC	National Research Council
PC	Peso corporal
PCQ	Peso de carcaça quente
UESB	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
$\Delta$	Delta

## RESUMO

DEVIA, Diana Carolina Cediél. **Características de carcaça, composição nutricional e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos em pastejo com suplementação.** Itapetinga, BA: UESB, 2021. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).

Objetivou-se avaliar as características da carcaça, composição nutricional e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos mestiços em pastejo sob diferentes estratégias de suplementação. Foram utilizados 30 novilhos mestiços (1/2 Holandês x 1/2 Zebu), imunologicamente castrados, em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com três tratamentos e dez repetições. Cada grupo recebeu uma estratégia de suplementação diferente de acordo com a estação climática do ano: E1 (sal mineral/ sal mineral com ureia), E2 (sal mineral com ureia/ suplemento proteico 0.1% PC), e E3 (suplemento proteico 0,1% PC/ suplemento proteico 0.2%PC). Foram avaliados os GMD e rendimentos de carcaça quente, área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea da carcaça. Nas amostras de carne do músculo *Longissimus dorsi* foram avaliadas a composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos. As estratégias de suplementação interferiram em todas as variáveis analisadas para as características de carcaça: peso da carcaça quente (PCQ), rendimento da carcaça quente (RCQ), área de olho de lombo (AOL cm<sup>2</sup> e 100kg PC) e espessura de gordura subcutânea (EGS) (P<0,05), apresentando a E3 o maior peso e rendimento de carcaça quente (267.44kg e 52.48%, respectivamente), e uma maior espessura de gordura subcutânea (4.06 mm). Para a composição centesimal da carne, apenas o teor de lipídeos totais foi influenciado pelas estratégias de suplementação, em que a E3 influenciou em maior teor de gordura (3.93%). Não houve efeito das estratégias de suplementação para o teor de colesterol na carne, apresentando uma média de 43.53 mg/100g. O perfil de ácidos graxos da carne foi afetado pelas estratégias de suplementação. Os teores dos AG Mirístico (C14:0), Palmítico (C16:0) e Esteárico (C18:0) não diferiram entre as estratégias avaliadas, representando em conjunto de 92.97% do total de AGS. O ácido oleico (C18:1n9cis) foi dos AGMI o que apresentou maior participação do teor total de AGMI da carne e foi afetado pelas estratégias de suplementação (P<0,05), a E1 influenciou em maior teor desse ácido (34.91%). Os ácidos graxos poli-insaturados foram afetados pelas estratégias de suplementação (P<0.05); sendo o C18:3n3 ( $\alpha$ -linolênico), C18:2c9t11 (Rumênico/CLA), C18:2t10c12 (Trans-10, cis-12-octadecadienóico/CLA) e C20:5n3 (eicosapentaenoico - EPA), mais elevados na E1. O C20:4n6 (Araquidônico) foi maior na E3. O teor total de AGS e AGMI apresentou uma média de 54.94% e 41.66%, respectivamente, do total de ésteres metílicos de ácidos graxos na carne. O teor total de AGPI foi influenciado (P<0.05), apresentando maior teor no grupo E1 (3.58%). A E3 influenciou em níveis superiores de AG n-6 (1.86%), sendo os AG n-3 (1.02%) mais elevados na E1, produzindo razão n-6:n-3 menor na E1 (P<0,05) de 1,57. O uso de suplementação proteico-energética continua durante todo o ano, promove melhoria nas características de carcaça de interesse econômico, sem efeito negativo sobre a qualidade nutricional da carne. Animais em pastejo com suplementação mineral apresenta a carne com maior composição de ácidos graxos poli-insaturados, principalmente de ômega-3 e CLA, o que proporciona redução na razão n-6:n-3, altamente relacionados com a saúde humana.

Palavras-chave: CLA, *Longissimus dorsi*, Novilhos, Ômega-3, Ômega-6, Pastagem

## ABSTRACT

DEVIA, Diana Carolina Cediél. **Carcass Characteristics, Nutritional Composition and Fatty acids profile of meat cattle grazing with supplementation.** Itapetinga, BA: UESB, 2021. 52p. Dissertation (Master in Animal Science, Area of Concentration in Ruminant Production).

The aim was to evaluate the carcass characteristics, nutritional composition and fatty acid profile of meat of crossbred cattle grazing under different supplementation strategies. Thirty crossbred steers (1/2 Holstein x 1/2 Zebu), immunologically castrated, were used in a completely randomized design with three treatments and ten repetitions. Each group received a different supplementation strategy according to the climatic season of the year: E1 (mineral salt / mineral salt with urea), E2 (mineral salt with urea / protein supplement 0.1% PC), and E3 (protein supplement 0.1% BW / 0.2% BW protein supplement). Hot carcass weights and yields, rib eye area and carcass subcutaneous fat thickness were evaluated. In the meat samples of the Longissimus dorsi muscle, the proximate composition, cholesterol and fatty acid profile were evaluated. Supplementation strategies interfered in all variables analyzed for carcass characteristics: hot carcass weight (PCQ), hot carcass yield (RCQ), rib eye area (AOL cm<sup>2</sup> and 100kg PC) and subcutaneous fat thickness (EGS) (P <0.05), with E3 with the highest weight and warm carcass yield (267.44kg and 52.48%, respectively), and the largest subcutaneous fat thickness (4.06 mm). For the proximate composition of meat, only the total lipid content was influenced by supplementation strategies, in which E3 influenced a higher fat content (3.93%). There was no effect of supplementation strategies for cholesterol content in meat, with an average of 43.53 mg / 100g. The fatty acid profile of meat was affected by supplementation strategies. The levels of AG Mirístico (C14: 0), Palmitic (C16: 0) and Esteárico (C18: 0) did not differ between the evaluated strategies, representing together 92.97% of the total AGS. Oleic acid (C18: 1n9cis) was one of the AGMIs that had the largest share of the total AGMI content of the meat and was affected by supplementation strategies (P <0.05), E1 influenced a higher content of this acid (34.91%). Polyunsaturated fatty acids were affected by supplementation strategies (P <0.05); C18: 3n3 ( $\alpha$  - linolenic), C18: 2c9t11 (Rumenic / CLA), C18: 2t10c12 (Trans-10, cis-12-octadecadienic / CLA) and C20: 5n3 (eicosapentaenoic - EPA), higher in E1. C20: 4n6 (arachidonic) was higher in E3. The total content of AGS and AGMI showed an average of 54.94% and 41.66%, respectively of the total fatty acid methyl esters in the meat. The total AGPI content was influenced (P <0.05), with a higher content in the E1 group (3.58%). E3 influenced higher levels of AG n-6 (1.86%), with AG n-3 (1.02%) being higher in E1, producing a lower n-6: n-3 ratio in E1 (P <0.05) of 1.57. The use of protein-energy supplementation continues throughout the year, promoting improvement in the carcass characteristics of economic interest, with no negative effect on the nutritional quality of the meat. Grazing animals with mineral supplementation showed meat with a higher composition of polyunsaturated fatty acids, mainly omega-3 and CLA, which provided a reduction in the n-6: n-3 ratio, highly related to human health.

Keywords: CLA, *Longissimus dorsi*, Omega-3, Omega-6, Pasture, Steers

## I - REFERENCIAL TEÓRICO

### 1.1 Introdução

A produção de bovinos de corte em pastagem é um sistema bastante comum nas regiões do nordeste do Brasil, predominando animais mestiços em sistemas extensivos, onde envolve-se vários fatores de produção, tais como o ambiente, a planta forrageira, o animal, os microrganismos e o manejo implementado no sistema; onde qualquer alteração nestes fatores, afetará o desempenho animal, o rendimento por unidade de área, produção de carne, a idade de abate e, até o retorno financeiro do sistema.

O sistema de alimentação a pasto é o mais utilizado para a produção de bovinos de corte no Brasil, onde cerca de 95% da produção de carne se dá com bovinos alimentados em pastejo (De-Medeiros *et al.*, 2015). Um dos fatores que devem ser observados nessas condições é que as pastagens tropicais apresentam variações nutricionais nos períodos climáticos do ano (Seca/Chuva), nos períodos de chuva garante-se a produção de forrageiras de boa qualidade, porém, de baixa qualidade nos períodos de seca.

Desta maneira, uma alternativa para compensar a carência ou complementar a disponibilidade de nutrientes limitantes no pasto, é a suplementação proteico-energética, destinada a maximizar o consumo e a digestibilidade da forragem disponível, objetivando-se garantir o desempenho e a produção contínua de carne dos animais ao longo das fases de criação.

O sistema de alimentação utilizado pode interferir na quantidade e qualidade da gordura na carcaça e na carne, no pH, na cor, na maciez, e na presença de vitaminas e antioxidantes (Nuernberg *et al.*, 2005).

A qualidade da carcaça e da carne bovina pode ser definida por vários fatores, dentre eles, as características físico-químicas, composicionais, valor nutritivo, e aspectos sensoriais. Essas variáveis são afetadas por diversos fatores intrínsecos (Raça, Sexo, Idade) e extrínsecos (Nutrição, Manejo na produção e no Pré/Pós abate) ao animal.

A carne bovina é um alimento de alto valor nutricional e uma das principais fontes de proteína animal presente na dieta do ser humano. Dentre os componentes nutricionais da carne, a gordura é a que mais varia, ao se analisar fatores intrínsecos e extrínsecos ao animal (Geay *et al.*, 2001). Consequentemente, a quantidade e qualidade da gordura é um parâmetro muito importante ao olhos do consumidor na atualidade, por ter relação direta com a saúde.

A gordura nos bovinos é depositada de três formas: intermuscular, subcutânea e intramuscular; e os ácidos graxos podem ser saturados (AG) ou insaturados. Os ácidos graxos saturados são caracterizados por serem maléficos a saúde, uma vez que em altas quantidades podem originar ou contribuir para as doenças coronarianas, no entanto, os insaturados podem trazer diversos benefícios ao corpo humano, como os ácidos graxos ômega 3 (n-3), ômega 6 (n-6) e ômega 9 (n-9). Os ômega-3 e 6 são considerados ácidos graxos essenciais e, portanto, devem ser consumidos por meio da dieta, enquanto o ômega-9 pode ser sintetizado por meio de reações no organismo (Gillingham *et al.*, 2011; Hooper *et al.*, 2001 e Wang *et al.*, 2017).

A carne bovina contém alto teor de gordura, principalmente saturada, originária do processo de biohidrogenação no rúmen, mediante o qual, acontece a transformação dos ácidos graxos insaturados em saturados, a fim de manter a sobrevivência de bactérias que vivem no rúmen dos animais, algumas vezes pode não acontecer por completo a biohidrogenação, e ter como resultado ácidos graxos intermediários, como o ácido trans-vacênico e o ácido linoleico conjugado, considerados benéficos a saúde humana. Também, a síntese de ácidos graxos ocorre a partir dos ácidos graxos voláteis produzidos no rúmen pela fermentação microbiana, por exemplo, o acetato, por meio de diversas reações se transformam no ácido palmítico (C16:0), em continuidade são transformados em ácido esteárico (C18:0) e por alongação pode ser transformado em ácido oleico C18:1n-9, (ácido graxo insaturado). Ambos processos, estão diretamente relacionados com a quantidade e qualidade dos ácidos graxos incorporados por meio da dieta (Kim *et al.*, 2009).

## **1.2 Pecuária de Corte no Brasil**

Ao longo dos anos, a pecuária de corte no Brasil ganhou destaque, aumentando a produtividade e proporcionando grandes benefícios no avanço da pecuária. Segundo o

Beef Report. 2020 (ABIEC, 2020) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), o rebanho brasileiro é de 213,68 milhões de cabeças no ano de 2019, e a pecuária brasileira registrou em no mesmo ano um abate de 43,3 milhões de cabeças, queda de 2,1% ante as 44,23 milhões de cabeças abatidas em 2018. No entanto, registrou um aumento de 12,2% nas exportações de carne bovina, que passaram de 2,21 milhões TEC em 2018 para 2,49 milhões TEC. Do total de carne produzida, 76,3% tiveram como destino o mercado interno, enquanto 23,6 % foram destinadas às exportações.

Do total exportado houve um aumento de 15,9% no volume de carne *in natura*, que passou de 1,76 milhão TEC em 2018 para 2,04 milhões TEC. Esse aumento se deveu não só ao número de países de destino, que passou de 101 para 154, mas também ao aumento do volume de carne destinada a mercados já consolidados, como a China, cujo volume exportado aumentou 54% de 2018 para 2019. Destacando-se que em 2019 a área de pastagens utilizada pela pecuária de corte permaneceu praticamente estável, em 162,5 milhões de hectares, com uma produtividade média também estável, de 4,3 @/ha/ano.

### **1.3 Sistema de alimentação x qualidade da Carcaça e da carne Bovina**

Os sistemas de alimentação podem trazer variações na qualidade da carcaça e da carne bovina. Animais alimentados a pasto apresentam uma carne mais escura, com menor quantidade de gordura, incluindo a saturada, além de possuírem maior quantidade de antioxidantes (vit. A e E), tornando-se carne de melhor qualidade em relação ao perfil nutricional quando comparados aos animais em confinamento (De la Fuente *et al.*, 2009; Jenkins, T. 1994; Pethick *et al.*, 2004; Ribeiro *et al.*, 2015). Entretanto, animais confinados apresentam uma maior espessura de gordura subcutânea, a qual acarreta uma menor velocidade de resfriamento nestas carcaças, maiores estoques de glicogênio, marmorização e menores concentrações de mioglobina (Jaeger *et al.*, 2004; Wood *et al.*, 2008).

As carnes de bovinos alimentados a pasto e em confinamento foram analisadas quanto ao teor de ácidos graxos, obtendo carnes com maiores níveis de ácido linolênico e menor valor da fração ômega-6/ômega-3 em animais a pasto, enquanto os animais alimentados em confinamento obtiveram maior teor de ácidos graxos ômega-6 (De la Fuente *et al.*, 2009; Dervishi *et al.*, 2010). Animais em pastagem apresentam menor teor

de gordura, associado ao maior exercício feito em relação aos animais em confinamento e também a ingestão de diferentes teores de energia (Eriksson, S. & Pickova, J., 2007).

Animais alimentados com concentrado ingerem maior quantidade de energia, apresentando, portanto, maiores taxas de crescimento o que afetará indiretamente, de forma positiva, a textura, maciez e suculência por meio da maior deposição de gordura; Já, os animais terminados a pasto apresentam menor concentração de gordura (Nuernberg *et al.*, 2005; Ribeiro *et al.*, 2015).

#### **1.4 Características da Carcaça**

Uma das características mais importantes na pecuária de corte é o acabamento da carcaça do animal, o qual está influenciado por diferentes fatores, tais como, idade do animal ao abate, grupo genético, sexo e um dos mais relevantes à nutrição (Guerrero *et al.*, 2013; Park *et al.*, 2018). O acabamento da carcaça vai determinar a espessura de gordura de cobertura da carcaça, característica de grande importância para os frigoríficos e para sua respectiva comercialização. Conhece-se que é necessário ao menos 3 mm de espessura de gordura subcutânea para evitar o encurtamento das fibras musculares pelo frio *post-mortem*; destaque-se que esse não é o único fator que influencia na posterior qualidade da carne, esta também é influenciada pela temperatura da câmara de resfriamento no frigorífico.

Nos bovinos, a gordura perirrenal é a primeira a ser depositada no corpo, seguida da intermuscular, subcutânea e intramuscular (Sainz, R. & Hasting, E., 2000; Vernon, R., 2017). O aumento da gordura subcutânea diminui o encurtamento pelo frio, enquanto o aumento do teor das gorduras intermuscular e intramuscular contribui para melhorar o sabor da carne. Além disso a gordura subcutânea é uma capa isolante térmica na câmara de resfriamento, e também, cumpre outras funções como evitar a desidratação, o escurecimento, a dureza na carne e permite uma queda adequada da temperatura da carcaça no processo de resfriamento (De Felicio, P., 1997; Jaeger *et al.*, 2004; Osório *et al.*, 2002; Zervoudakis *et al.*, 2001).

A composição da carcaça é alterada à medida que o animal cresce e a alimentação oferecida aos animais exerce grande influência na mesma, já que tem influência na curva de crescimento do animal, alterando a idade e o peso em que ocorre a aceleração ou desaceleração de deposição de cada tecido, o que leva a modificação na composição

corporal final dos animais. Williams *et al.* (1995), observaram que a quantidade de gordura corporal pode ser manipulada pela dieta, embora o local de deposição e a eficiência do processo sejam características intrínsecas do animal. Também, animais que recebem maior proporção de concentrado na dieta, apresentam carne com mais gordura e cor mais clara (Tullio R., 2004).

Os métodos para estimar a composição da carcaça animal *in vivo* são: avaliação visual (conformação); biometria (perímetro torácico, altura da garupa e comprimento corporal); peso vivo; ultrassonografia; potássio 40 (K40); óxido de deutério ou água tritiada (indiretamente pela quantidade total de água no organismo). Dentre os métodos, o da ultrassonografia possibilita a verificação da área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) (Silva *et al.*, 2006; Stanford *et al.*, 1998).

No Brasil, a área de olho de lombo (AOL) e a espessura de gordura subcutânea (EGS) são consideradas como principal parâmetro para detectar o ponto de terminação, essas medições são realizadas na 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, sobre o músculo *Longissimus dorsi*; em que a AOL está relacionada à deposição de tecido muscular na carcaça, indicando o potencial genético do indivíduo para musculosidade, enquanto que a EGS está relacionado à deposição de gordura na carcaça, demonstrando o potencial para precocidade de acabamento da carcaça (Neto *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2006; Tulio R., 2004).

## 1.5 Composição Centesimal da Carne

Os teores de água, minerais, proteínas e carboidratos na carne são considerados valores relativamente constantes, exceto o teor lipídios totais. A carne bovina contém aproximadamente 75% de umidade, 21 a 22% de proteínas, 1% de minerais e menos de 1% de carboidratos. O conteúdo de umidade pode variar de acordo com a alimentação fornecida aos animais, uma vez que a dieta pode aumentar a porcentagem de gordura, o que conseqüentemente diminui o teor de água da carne (Dos Santos *et al.*, 2008; Lawrie R.A, 2005; Pires *et al.*, 2008).

Depois da água, as proteínas são o componente mais abundante na carne, apresentando quantidades representativas de aminoácidos essenciais requeridos para o desenvolvimento humano (Ordóñez J.A, 2005). Pires *et al.* (2008) ao analisarem o conteúdo de proteína de diferentes grupos genéticos *Bos indicus* e *Bos indicus* x *Bos*

*Taurus*, não detectaram diferença significativa no teor de proteína dos animais alimentados em confinamento. Ferrari, A. (2016) avaliaram o teor de proteína da carne de animais terminados a pasto ou em confinamento e verificaram que, para o sistema de terminação em confinamento, o teor de proteína foi maior devido ao dobro de suplemento fornecido aos animais na alimentação com concentrado.

Os minerais presentes em maior proporção na carne bovina são o fósforo, o potássio, o sódio e o magnésio. Além desses, o ferro, destaque-se por ser absorvido de 3 a 5 vezes mais rapidamente quando comparado com o obtido em alimentos de origem vegetal, o zinco também encontra-se em concentração considerável (3,5 mg 100g<sup>-1</sup>) satisfazendo 33% e 50% dos valores diários, para homens e para mulheres, respectivamente (Lawrie R., 2005; Pighin *et al.*, 2016). Duckett *et al.* (2009) relataram maiores valores dos minerais cálcio, magnésio e potássio nas carnes de bovinos alimentados a pasto, quando comparadas com carnes de animais alimentados em confinamento e afirmam que o conteúdo mineral de carnes de animais alimentados sobre pastagem depende da qualidade da forrageira.

Os lipídios totais são definidos como um grupo heterogêneo de compostos, insolúveis em água, classificados em simples, compostos e derivados. Os simples são divididos em ácidos graxos, gorduras neutras e ceras. Os fosfolipídios, glicoproteínas e lipoproteínas são os lipídeos compostos, e a união de três ácidos graxos e um poli-álcool, chamado de glicerol, forma uma estrutura conhecida como triglicerídeo ou derivados (Alais C. & Linden G. 1991; Okeefe S. 2002). O teor de lipídeos da carne contribui significativamente para melhorar aspectos de qualidade como o sabor, aroma e textura, assim como são essenciais para seu valor nutritivo, por outro lado, pode trazer implicações a saúde humana, pois é considerado um componente que pode ser prejudicial à saúde (Amaral *et al.*, 2018; Pighin *et al.*, 2016; Wood *et al.*, 2008).

## **1.6 Metabolismo lipídico em ruminantes**

Nos ruminantes, o rúmen desempenha um papel essencial para o metabolismo lipídico, a cargo dos microrganismos ruminais. No rúmen, acontecem processos diretamente envolvidos com o metabolismo lipídico, como a lipólise, a biohidrogenação e a síntese do novo AG por parte dos microrganismos (Jenkins, T. 1994; Sainz, R. & Hasting, E. 2000; Wood *et al.*, 2008).

Os lipídios que são ingeridos pelo ruminante, a partir da dieta, seja em confinamento ou a pasto, são hidrolisados, resultando dois produtos: AG livres e glicerol. Os ácidos graxos insaturados liberados são transformados posteriormente em duas etapas; 1) Isomerização e 2) Hidrogenação (Wood *et al.*, 2008). Destaca-se que, algumas vezes e dependendo de diferentes fatores entre eles a taxa de passagem, partículas do alimento podem passar pelo rúmen sem sofrer a ação da fermentação ruminal, chegando os lipídeos originais dessas partículas ao intestino do animal (Alves, S. & Bessa, R., 2014).

### 1.6.1 Lipólise

A lipólise é o primeiro processo da transformação dos lipídios, caracterizado pela hidrólise das ligações éster pelas enzimas lipolíticas (Lipases) microbianas, resultando em AG na forma não esterificada (“livres”), glicerol e em menor quantidade galactose; o glicerol e galactose são metabolizados e convertidos em ácidos graxos de cadeia curta, posteriormente, absorvidos, principalmente na forma de proprionato (Berchielli *et al.*, 2006; Jenkins, T. 1994). Este primeiro processo acontece aproximadamente com 85% dos lipídios da dieta; conhece-se que vários fatores podem diminuir esse percentual, por exemplo: o nível de lipídios na dieta, baixo pH ruminal, maturidade do volumoso, teor de proteína, tamanho da partícula do alimento no rúmen e o uso de ionóforos, que inibem a atividade e o crescimento bacteriano (Bauchart, D., 1993; Beam *et al.*, 2000; Jenkins, T., 1994; Loor *et al.*, 2004).

### 1.6.2 Biohidrogenação

A biohidrogenação é o segundo processo no metabolismo dos lipídeos, realizado pelos microrganismos ruminais, considerando-se como uma estratégia de prevenção aos efeitos tóxicos que causam os AGI sobre os microrganismos ruminais, especialmente nas bactérias gram-positivas, metanogênicas e protozoários (Bauman *et al.*, 2003; Beam *et al.*, 2000; Loor *et al.*, 2004; Maia *et al.*, 2007). É atribuído que a bactéria *Butyrivibrio fibrisolvens*, que é a maior responsável por este processo, no entanto, têm sido reportados na literatura vários gêneros de bactérias com alguma capacidade de isomerizar e hidrogenar os AGP's, entre eles *Butyrivibrios*, *Ruminococcus*, *Eggerthella*, *Borrelia*, *Propionibacterium*, *Treponema*, *Bacteroides*, *Megasphaera*, *Clostridium* e *Lactobacilus* (Escobar *et al.*, 2016; Maia *et al.*, 2007; Maia *et al.*, 2001).

A biohidrogenação inclui uma etapa inicial de isomerização, seguido de uma etapa de hidrogenação, convertendo os AGI em AGS; ressaltando que, nem sempre o processo acontece de forma completa, pelo qual, alguns AGP e seus intermediários alcançam o duodeno e são absorvidos (Maia et al., 2001). Os ácidos têm 18 carbonos (C18:1, C18:2 e C18:3,) se transformarão em ácido esteárico (C18:0) e os que têm 16 carbonos (C16:1) em palmítico (C16:0); sendo, o C18:0 produzido em maior proporção e considerado responsável pela alta natureza saturada dos lipídeos nos ruminantes (Bauchart, D., 1993; Bessa *et al.*, 2000). Não obstante, quando a biohidrogenação é incompleta, resulta na formação de uma grande diversidade de AG intermediários, destaque-se principalmente o ácido linoleico conjugado (CLA - C18:2 cis-9, trans-11) e o ácido trans-vacênico (C18:1 trans-11) (Bauman *et al.*, 2003; Kim *et al.*, 2009; Looor *et al.*, 2004).

### **1.7 Formação dos ácidos graxos na carne bovina**

Em ruminantes, a deposição de gordura pode ocorrer por dois processos: 1) incorporação dos ácidos graxos pré-formados, transportados pelas lipoproteínas do plasma, 2) por meio da síntese de ácidos graxos, 90% dessa síntese ocorre no tecido adiposo, sendo o acetato, o principal precursor (Numberg *et al.*, 1998; Sainz, R. & Hasting, E., 2000).

O Acetato é o principal ácido graxo volátil (AGV) utilizado na síntese dos Ácidos Graxos da carne nos ruminantes, sua transformação acontece por médio de diferentes processos bioquímicos, sendo, primeiro transformado em acetil-CoA por oxidação, posteriormente é convertida em malonil-CoA pela atividade da acetil-CoA carboxilase (enzima chave) (Christie, W. 2014; Jenkins, T. 1994). O malonil-CoA reage com a proteína carregadora de acila (ACP), formando malonil-ACP; do mesmo modo, acontece com o acetil-CoA na presença de acetil-CoA-ACP transciclase formando acetil-ACP. A reação entre acetil-CoA e malonil-ACP, aumenta a cadeia em dois átomos de carbonos, formando o Butiril-ACP. A partir do Butiril-ACP, a elongação da cadeia ocorre por sucessivas reações dos complexos “ACP” com a malonil-CoA, aumentando os átomos de carbono até formar o palmitoil-ACP, seguidamente, pela ação da tioesterase específica é produzido o ácido palmítico livre (Bauchart, D., 1993; Christie, W. 2014; Drackley, J. 2000).

O Ácido palmítico (C16:0) é o substrato para posterior síntese de ácidos graxos através de procedimentos de alongamento e/ou dessaturação, no retículo endoplasmático, estas reações de redução e de alongamento requerem NADPH como cofator. A dessaturação envolve três enzimas dessaturases, delta-5, delta-6 e delta-9-dessaturase, que introduzem a insaturação nos carbonos C5, C6 ou C9. A delta-9-dessaturase atua em ácidos graxos saturados, para convertê-los em ácido graxo monoinsaturado e, também, é a responsável de converter o ácido trans-vacênico ao seu correspondente ácido linoleico conjugado (CLA) isômero cis-9, trans-11 CLA. (Bauchart, D., 1993; Dervishi *et al.*, 2010).

Na carne bovina, o ácido graxo monoinsaturado mais abundante é o ácido oleico (C18:1) produzido do ácido esteárico (C18:0), é um ácido essencial, o qual compete nas reações mediadas por dessaturases e elongases, com os ácidos linoleico e  $\alpha$ -linolênico e seus produtos intermediários (Christie, W. 2014; Drackley, J. 2000; Toral *et al.*, 2018).

## 1.8 Ácidos Graxos na Carne Bovina

Os AG são unidades fundamentais da maioria dos lipídeos, conhecidos como ácidos carboxílicos na forma esterificada, que podem ser classificados em ácidos graxos saturados (AGS) e Insaturados (AGI); e estes últimos em monoinsaturados (AGM) e poli-insaturados (AGP) (Christie, W. 2014).

De forma geral, a carne bovina tem maior teor de AGS, isso se deve ao processo característico do metabolismo dos lipídeos anteriormente explicado. Aproximadamente 5% dos ácidos graxos totais na carne são poli-insaturados (Toral *et al.*, 2018).

Em animais alimentados a pasto, o ácido linolênico está presente e é o mais abundante em gramíneas e outras forragens, tornando-se, o principal substrato para biohidrogenação, já em animais alimentados com concentrados, o principal substrato para a biohidrogenação é o ácido linoleico, apresentado em maior teor nesses alimentos (Bessa *et al.*, 2000; Daley *et al.*, 2010; Numberg *et al.*, 1998; Toral *et al.*, 2018). Bovinos alimentados com dietas contendo grãos possuem menor quantidade de CLA na carne quando comparado com a quantidade obtida na carne de bovinos a pasto, o consumo de concentrados reduz o pH ruminal e conseqüentemente ocorre redução da atividade da *B. fibrisolvens*, ao contrário das dietas à base de pasto, que prevê um ambiente ruminal mais

favorável para a síntese bacteriana subsequente (Bessa *et al.*, 2000; Jenkins, T. 1994; Pethick *et al.*, 2004; Ribeiro *et al.*, 2015).

Por outro lado, as carnes de animais alimentados a pasto caracterizam-se por ter um maior teor AGP comparado com animais em confinamento, justificado pela presença da enzima delta-12-dessaturase nas plantas, capaz de converter o ácido oleico em ácido linoleico e a delta-15-dessaturase e converter o ácido linoleico em ácido  $\alpha$ -linolênico (Daley *et al.*, 2010; Dervishi *et al.*, 2010; Toral *et al.*, 2018).

O CLA presente na carne bovina é caracterizado por ter grandes benefícios na saúde humana, bem como os AGP das famílias ômega-3 e ômega-6 (Calder, P., 1998; Darley *et al.*, 2010; Pighin *et al.*, 2016; Teitelbaum, J. & Walker, W., 2001). No entanto, os AGS presentes na carne são reconhecidos pelo consumidor, porque elevam a concentração plasmática de colesterol e de lipoproteína de baixa densidade (LDL) (Givens *et al.*, 2006; Howe *et al.*, 2006).

### 1.8.1 Ácidos Graxos Ômega 3 e Ômega 6

As famílias dos ômega-3 ( $\Omega$ -3) e ômega-6 ( $\Omega$ -6), são considerados ácidos graxos essenciais, apresentam insaturações, no terceiro e sexto carbono, respectivamente.

Na saúde humana, os ômega-3 representados principalmente por o ácido graxo  $\alpha$ -linolênico, caracteriza-se por ajudar a prevenir ou tratar uma variedade de doenças, como câncer, artrite, depressão, mal de Alzheimer, dentre outras (Colussi *et al.*, 2017; Lof *et al.*, 2010; Teitelbaum, J. & Walker, W., 2001); e os ômega-6 representados principalmente por o ácido graxo linoleico, participam na estrutura de membranas celulares, interferem na viscosidade do sangue, na reação inflamatória e em funções plaquetárias (Colussi *et al.*, 2017; Pighin *et al.*, 2016); quando são consumidos dos alimentos, o metabolismo humano consegue alongar e o dessaturar esses ácidos em ácidos graxos de cadeia longa; como o ácido araquidônico proveniente do ácido linoleico, e o ácido eicosapentaenoico (C20:5n-3; EPA) e ácido docosahexaenóico (C22:6n-3; DHA) proveniente do ácido  $\alpha$ -linolênico, todos relacionados com a produção de eicosanoides (Colussi *et al.*, 2017; Lee, K. & Lip, G., 2003).

Os eicosanoides são metabólitos oxigenados, com 20 átomos de carbono sendo uma família composta por prostaglandinas, leucotrienos, prostaciclina, tromboxanos e derivados dos ácidos graxos hidroxilados. Os eicosanoides provenientes do ácido araquidônico são biologicamente ativos em pequenas concentrações e, em elevadas

quantidades, favorecem a síntese de eicosanoides inflamatórios e contribuem para formação de trombos e ateromas. Quando seres humanos ingerem ácidos graxos n-3, os EPA e DHA provenientes da dieta, substituem parcialmente os ácidos graxos n-6, principalmente, o ácido araquidônico nas membranas e células do fígado. Portanto, o metabolismo dos eicosanoides provenientes do ácido araquidônico é alterado, favorecendo a formação de eicosanoides anti-inflamatórios (Bénédicte *et al.*, 2006; Calder, P., 1998; Givens *et al.*, 2006; Howe *et al.*, 2006; Lee, K. & Lip, G., 2003; Lof *et al.*, 2010; Teitelbaum, J. & Walker, W., 2001)

Por tanto, a relação  $\Omega$ -6/ $\Omega$ -3 deve ser equilibrada. Em carnes de animais alimentados a pasto a relação  $\Omega$ -6/ $\Omega$ -3 é menor quando comparado com animais alimentados em confinamento ou com alto teor de grãos (De la Fuente *et al.*, 2009; Ribeiro *et al.*, 2015). No trabalho de Eriksson, S. & Pickova, J. (2007), a relação  $\Omega$ -6/ $\Omega$ -3 de ácidos graxos dos lipídios totais no tecido muscular estava na faixa de 1,2-1,5 para animais em pastejo, já em animais alimentados com silagem de grãos a relação  $\Omega$ -6/ $\Omega$ -3 foi maior. Segundo Wood *et al.* (2008) e Toral *et al.* (2018) o ácido araquidônico está presente em carnes magras, principalmente em animais alimentados a pasto.

### 1.8.2 Ácidos graxos trans

Os Isômeros *trans* ou ácidos graxos trans, contribuem para doença coronariana modulando a síntese do colesterol, além de atuar sobre os eicosanoides (Bénédicte *et al.*, 2006).

Em ruminantes, como foi exposto anteriormente, os ácidos graxos trans encontram-se naturalmente presentes por meio da biohidrogenação ocorrida no rúmen dos ácidos linoleico e linolênico, como resultado isômeros trans do CLA (Abu-Ghazaleh *et al.*, 2001; Bauman *et al.*, 2003; Drackley, J. 2000; Jenkins, T. 1994).

O CLA tem duas duplas ligações separadas por apenas uma ligação simples (insaturação conjugada), as posições 9 e 11 ou 10 e 12 são onde acontece a conjugação (Abu-Ghazaleh *et al.*, 2001; Bénédicte *et al.*, 2006; Toral *et al.*, 2018). O isômero do CLA mais abundante, além de ser a forma biologicamente ativa, é o C18:2 cis-9, trans-11 (ácido rumênico), que representa cerca de 80% do total de CLA na gordura intramuscular e subcutânea de bovinos (Bauman *et al.*, 2003; Evans *et al.*, 2002). Também no tecido adiposo, o CLA pode ser produzido pela ação da enzima delta-9-dessaturase sobre o ácido vacênico (C18:1 trans-11) (Evans *et al.*, 2003).

Dietas ricas em forragens de gramíneas verdes *in natura* podem contribuir no aumento natural do CLA cis-9 trans-11 e do ácido vacênico dentro da fração lipídica de carne bovina (Ribeiro *et al.*, 2015; Toral *et al.*, 2018).

## 1.9 Referências Bibliográficas

ABIEC, Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras. **BEEF REPORT 2020**, Perfil da pecuária no brasil 2020. <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020/>

ABU-GHAZALEH, A.A., SCHINGOETHE, D.J., & HIPPEN, A.R. Conjugated linoleic acid and other beneficial fatty acids in milk fat from cows fed soybean meal, fish meal, or both. *Journal of Dairy Science*, v.84(8), p.1845-1850, 2001. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74624-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74624-3)

ALAIS, C., & LINDEN, G. **Lipids. In Food Biochemistry**. Springer, Boston, MA. p.53-70, 1991. [https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2119-8\\_4](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2119-8_4)

ALVES, S.P., & BESSA, R.J. The trans-10, cis-15 18: 2: a missing intermediate of trans-10 shifted rumen biohydrogenation pathway?. *Lipids*, v.49(6), p.527-541, 2014. <https://doi.org/10.1007/s11745-014-3897-4>

AMARAL, A.B., SILVA, M.V.D., & LANNES, S.C.D.S. Lipid oxidation in meat: mechanisms and protective factors—a review. *Food Science and Technology*, v.38, p.1-15, 2018. <https://doi.org/10.1590/fst.32518>

BAUCHART, D. Lipid absorption and transport in ruminants. *Journal of dairy science*. v.76(12), p.3864-3881, 1993. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77728-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77728-0)

BAUMAN, D.E., PERFIELD, J.W., DE VETH, M.J., & LOCK, A.L. New perspectives on lipid digestion and metabolism in ruminants. *In Proc. Cornell Nutr. Conf.* NY, USA: Cornell University. v.65, p.175-189, 2003.

BEAM, T.M., JENKINS, T.C., MOATE, P.J., KOHN, R.A., & PALMQUIST, D.L. Effects of amount and source of fat on the rates of lipolysis and biohydrogenation of fatty acids in ruminal contents. *Journal of Dairy Science*, v.83(11), p.2564-2573, 2000. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75149-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75149-6)

BÉNÉDICTE, R., MULLEN, A., MOLONEY, F., LARONDELLE, Y., SCHNEIDER, Y.J., & ROCHE, H.M. Eicosapentaenoic acid and 3, 10 dithia stearic acid inhibit the desaturation of trans-vaccenic acid into cis-9, trans-11-conjugated linoleic acid through different pathways in Caco-2 and T84 cells. *British journal of nutrition*, v.95(4), p.688-695, 2006. <https://doi.org/10.1079/BJN20061717>

BERCHIELLI, T.T., PIREZ, A.V., & OLIVEIRA, S.G.D. *Nutrição de ruminantes*. FUNEP, 2006.

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(3), p.201-211, 2010. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00117-7](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00117-7)

CALDER, P.C. Immunoregulatory and anti-inflammatory effects of n-3 polyunsaturated fatty acids. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, v.31(4), p.467-490, 1998. <https://doi.org/10.1590/S0100-879X1998000400002>.

CHRISTIE, W.W. Lipid metabolism in ruminant animals. *Elsevier*. 2014

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 and Cardiovascular Diseases*, v.27(3), p.191-200, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2016.07.011>

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(1), p.1-12, 2010. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-9-10>

DE FELÍCIO, P. E. Fatores ante e post mortem que influenciam na qualidade da carne bovina. *Produção de novilho de corte*, v.1, p.79-97, 1997.

DE LA FUENTE, J., DIAZ, M.T., ALVAREZ, I., OLIVER, M.A., I FURNOLS, M.F., SAÑUDO, C., ... & CANEQUE, V. Fatty acid and vitamin E composition of intramuscular fat in cattle reared in different production systems. *Meat Science*, v.82(3), p.331-337, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.02.002>

DE-MEDEIROS, S.R.; GOMES, R.C.; BUNGENSTAB, D.J. **Nutrição de bovinos de corte: Fundamentos e aplicações**. Embrapa, Brasília DF, BRA. 2015

DERVISHI, E., SERRANO, C., JOY, M., SERRANO, M., RODELLAR, C., & CALVO, J.H. Effect of the feeding system on the fatty acid composition, expression of the  $\Delta$  9-desaturase, Peroxisome Proliferator-Activated Receptor Alpha, Gamma, and Sterol Regulatory Element Binding Protein 1 genes in the semitendinous muscle of light lambs of the Rasa Aragonesa breed. *BMC Veterinary Research*, v.6(1), p.1-11, 2010. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-6-40>

DOS SANTOS ABRAHÃO, J.J, MARQUES, J.A, MACEDO, L.M, PRADO, J.M, VISANTAINER, J.V, & DO PRADO, I.N. Composição química e perfil de ácido livre do músculo Longissimus de bovinos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* , v.30(4), p.443-449, 2008. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v30i4.465>

DRACKLEY, J.K. Lipid metabolism. *Farm animal metabolism and nutrition*. v.1, p.97-119, 2000.

DUCKETT, S.K., NEEL, J.P.S., FONTENOT, J.P., & CLAPHAM, W.M. Effects of winter stocker growth rate and finishing system on: III. Tissue proximate, fatty acid, vitamin, and cholesterol content. *Journal of animal science*, v.87(9), p.2961-2970, 2009. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-1850>

ERIKSSON, S.F., & PICKOVA, J. Fatty acids and tocopherol levels in M. Longissimus dorsi of beef cattle in Sweden—A comparison between seasonal diets. *Meat science*, v.76(4), p.746-754, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.02.021>

ESCOBAR, M., VLAEMINCK, B., JEYANATHAN, J., THANH, L.P., SHINGFIELD, K.J., WALLACE, R.J., & FIEVEZ, V. Effect of adsorbants on in vitro biohydrogenation of 22: 6n-3 by mixed cultures of rumen microorganisms. *Animal*, v.10(9), p.1439-1447, 2016. <https://doi.org/10.1017/S1751731116000367>

EVANS, M.E., BROWN, J.M., & MCINTOSH, M.K. Reviews: current topics: isomer-specific effect of conjugated linoleic acid (CLA) adiposity and lipid metabolism. *J Nutr Biochem*, v.13, p.508-516, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0955-2863\(02\)00211-5](https://doi.org/10.1016/S0955-2863(02)00211-5)

FERRARI A.C. **Qualidade da carne de bovinos recriados em pastagens associada a suplementação e terminação a pasto ou no confinamento.** 2016. 90p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal.

GEAY Y, BAUCHART D, HOCQUETTE J.F, JOSEPH C. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. *Reprod Nutr Dev.*; v.41(1), p.1-26, 2001. <https://doi.org/10.1051/rnd:2001108>

GILLINGHAM, LEAH G.; HARRIS-JANZ, SYDNEY; JONES, PETER J.H. Dietary monounsaturated fatty acids are protective against metabolic syndrome and cardiovascular disease risk factors. *Lipids*, v.46(3), p.209-228, 2011. <https://doi.org/10.1007/s11745-010-3524-y>

GIVENS, D.I., KLIEM, K.E., & GIBBS, R.A. The role of meat as a source of n- 3 polyunsaturated fatty acids in the human diet. *Meat science*, v.74(1), p.209-218, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.04.008>

GUERRERO, A., VELANDIA VALERO, M., CAMPO, M.M., & SAÑUDO, C. Some factors that affect ruminant meat quality: from the farm to the fork. Review. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v.35(4), p.335-347, 2013. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v35i4.21756>

HOOPER, L., SUMMERBELL, C.D., HIGGINS, J.P., THOMPSON, R.L., CAPPS, N.E., SMITH, G.D., ... & EBRAHIM, S. Dietary fat intake and prevention of cardiovascular disease: systematic review. *Bmj*, v.322(7289), .757-763, 2001. <https://doi.org/10.1136/bmj.322.7289.757>

HOWE, P., MEYER, B., RECORD, S., & BAGHURST, K. Dietary intake of long-chain  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids: contribution of meat sources. *Nutrition*, v.22(1), p.47-53, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2005.05.009>

IBGE, **Estatística da Produção Pecuária.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Comissão especial de planejamento, controle e avaliação das Estatísticas agropecuárias. 2020.

JAEGER, S.M.P L., DUTRA, A.R., PEREIRA, J.C., & OLIVEIRA, I.S.C.D. Características da carcaça de bovinos de quatro grupos genéticos submetidos a dietas com ou sem adição de gordura protegida. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33(6), p.1876-1887, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982004000700027>

JENKINS, T.C. Regulation of lipid metabolism in the rumen. *The Journal of nutrition*. v.124, p.1372S-1376S, 1994. [https://doi.org/10.1093/jn/124.suppl\\_8.1372S](https://doi.org/10.1093/jn/124.suppl_8.1372S)

KIM E.J, HUWS A.S, LEE MRF, SCOLLAN N.D. Dietary Transformation of Lipid in the Rumen Microbial Ecosystem. *J Anim Sci.*; v.22(9), p.1341-50, 2009. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2009.r.11>

LAWRIE R.A. *Ciência da carne*, 6a ed. Porto Alegre: Artmed; p384, 2005.

LEE, K.W., & LIP, G.Y.H. The role of omega-3 fatty acids in the secondary prevention of cardiovascular disease. *Qjm*, v.96(7), p. 465-480, 2003. <https://doi.org/10.1093/qjmed/hcg092>

LOF, M., OLIVO-MARSTON, S., & HILAKIVI-CLARKE, L. n-6 Polyunsaturated fatty acids and cancer. *In Bioactive compounds and cancer*. Humana Press, Totowa, NJ. pp. 275-307, 2010. [https://doi.org/10.1007/978-1-60761-627-6\\_14](https://doi.org/10.1007/978-1-60761-627-6_14)

LOOR, J.J., UEDA, K., FERLAY, A., CHILLIARD, Y., & DOREAU, M. Biohydrogenation, duodenal flow, and intestinal digestibility of trans fatty acids and conjugated linoleic acids in response to dietary forage: concentrate ratio and linseed oil in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87(8), 2472-2485, 2004. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73372-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73372-X)

MAIA, M.R., CHAUDHARY, L.C., BESTWICK, C.S., RICHARDSON, A.J., MCKAIN, N., LARSON, T.R., ... & WALLACE, R.J. Toxicity of unsaturated fatty acids to the biohydrogenating ruminal bacterium, *Butyrivibrio fibrisolvens*. *BMC microbiology*, v.10(1), p.52, 2010. <https://doi.org/10.1186/1471-2180-10-52>

MAIA, M.R., CHAUDHARY, L.C., FIGUERES, L., & WALLACE, R.J. Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen. *Antonie Van Leeuwenhoek*, v.91(4), p.303-314, 2007. <https://doi.org/10.1007/s10482-006-9118-2>

NETO, A.P., JORGE, A.M., MOREIRA, P.S. A., GOMES, H.F.B., PINHEIRO, R.S.B., & ANDRADE, E.N. Correlações entre medidas ultra-sônicas e na carcaça de bovinos terminados em pastagem. *Revista brasileira de saúde e produção animal*, v.10(1), 2009.

NUERNBERG K, DANNENBERGER D, NUERNBERG G, ENDER K, VOIGT J, SCOLLAN N.D, WOOD J.D, NUTE G.R, RICHARDSON R.I. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. *Livest Prod Sci.*, v.94(1-2), p.137-47, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.11.036>

NÜRNBERG, K., WEGNER, J., & ENDER, K. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. *Livestock Production Science*, v.56(2), p.145-156, 1998. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(98\)00188-2](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(98)00188-2)

O KEEFE, S.F. (2002). **Nomenclature and classification of lipids**. Food Science And Technology-New York-Marcel Dekker-, 1-40.

ORDONEZ J.A. *Tecnologia de Alimentos: alimentos de origem animal*, Porto Alegre: Artmed; v.2, p.294, 2005.

OSÓRIO J.D.S, OSÓRIO M.T.M, OLIVEIRA N.D, SIEWERDT L. *Qualidade, morfologia e avaliação de carcaças*. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária – UFPel, p.196, 2002.

PARK, S.J., BEAK, S.H., JUNG, D., KIM, S.Y., JEONG, I.H., PIAO, M.Y., KANG, H.J., FASSAH, D.M., NA, S.W., YOO, S.P., & BAIK, M. Genetic, management, and nutritional factors affecting intramuscular fat deposition in beef cattle - A review. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, v.31(7), p.1043–1061, 2018. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0310>

PETHICK, D.W., HARPER, G.S., & ODDY, V.H. Growth, development and nutritional manipulation of marbling in cattle: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v.44(7), p.705-715, 2004. <https://doi.org/10.1071/EA02165>

PIGHIN, D., PAZOS, A., CHAMORRO, V., PASCHETTA, F., CUNZOLO, S., GODOY, F., ... & GRIGIONI, G. A contribution of beef to human health: a review of the role of the animal production systems. *The Scientific World Journal*, v.2016, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/8681491>

PIRES, I.S.C., ROSADO, G.P., COSTA, N.M.B., MONTEIRO, J.B.R., OLIVEIRA, R.S., JAEGER, S.M.P.L., & MOURAO, D.M. Centesimal composition and fatty acids profile of veal calves fed protected lipids. *Food Science and Technology*, v.28, p.178-183, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000500028>

RIBEIRO, F.G., JORGE, A.M., FRANCISCO, C.D.L., DE CASTILHOS, A.M., PARIZ, C.M., & DA SILVA, M.B. Synbiotics and sodic monensin on performance and meat quality of Angus crossbred heifers on feedlot. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.50(10), p.958-966, 2015. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015001000012>

SAINZ, R.D., & HASTING, E. Simulation of the development of adipose tissue in beef cattle. *Modelling nutrient utilization in farm animals*, v.1, p.175-182, 2000.

SILVA, S.R., AFONSO, J.J., SANTOS, V.A., MONTEIRO, A., GUEDES, C.M., AZEVEDO, J.M.T.D., & DIAS-DA-SILVA, A. In vivo estimation of sheep carcass composition using real-time ultrasound with two probes of 5 and 7.5 MHz and image analysis. *Journal of animal science*, v.84(12), p.3433-3439, 2006. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-154>

STANFORD, K., JONES, S.D.M., & PRICE, M.A. Methods of predicting lamb carcass composition: A review. *Small Ruminant Research*, v.29(3), p.241-254, 1998. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(97\)00143-0](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(97)00143-0)

TEITELBAUM, J.E., & WALKER, W.A. the role of omega 3 fatty acids in intestinal inflammation. *The Journal of nutritional biochemistry*, v.12(1), p.21-32, 2010. [https://doi.org/10.1016/S0955-2863\(00\)00141-8](https://doi.org/10.1016/S0955-2863(00)00141-8)

THOMAS C.J. Regulation of Lipid Metabolism in the Rumen, *The Journal of Nutrition*. v.124, p.1372S – 1376S, 1994. [https://doi.org/10.1093/jn/124.suppl\\_8.1372S](https://doi.org/10.1093/jn/124.suppl_8.1372S)

TORAL, P.G., MONAHAN, F.J., HERVÁS, G., FRUTOS, P., & MOLONEY, A.P. Modulating ruminal lipid metabolism to improve the fatty acid composition of meat and milk. *Challenges and opportunities. animal*, v.12(2), p.272-281, 2018. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001994>

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

VERNON, R.G. Lipid metabolism in the adipose tissue of ruminant animals. *Lipid metabolism in ruminant animals*. p.279-362, 1981. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-023789-3.50011-8>

WANG, DONG D.; H.U, FRANK B. Dietary fat and risk of cardiovascular disease: recent controversies and advances. *Annual review of nutrition*, v.37, p.423-446, 2017. <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-071816-064614>

WILLIAMS, C.B., BENNETT, G.L., & KEELE, J.W. Simulated influence of postweaning production system on performance of different biological types of cattle: II. Carcass composition, retail product, and quality. *Journal of animal science*, v.73(3), p.674-685, 1995. <https://doi.org/10.2527/1995.733674x>

WOOD, J.D., ENSER, M., FISHER, A.V., NUTE, G.R., SHEARD, P.R., RICHARDSON, R.I., ... & WHITTINGTON, F.M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat science*, v.78(4), p.343-358, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.019>

ZERVOUDAKIS, J.T., PAULINO, M.F., DETMANN, E., LANA, R.D.P., VALADARES FILHO, S.D.C., CECON, P.R., ... & MOREIRA, A.L. Desempenho e características de carcaça de novilhos suplementados no período das águas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30(4), p.1381-1389, 2001. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000500035>

## **II - OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar as características da carcaça, composição nutricional e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos mestiços em pastejo com diferentes estratégias de suplementação.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Avaliar os pesos e rendimentos e características da carcaça de bovinos em pastejo, com diferentes estratégias de suplementação.

Avaliar os teores de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta e lipídios totais da carne de bovinos mestiços em pastejo, com diferentes estratégias de suplementação.

Quantificar o perfil dos ácidos graxos e os teores de colesterol do tecido gorduroso intramuscular da carne de bovinos mestiços em pastejo, com diferentes estratégias de suplementação.

### **III - MATERIAL E MÉTODOS**

Os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de ética para o Uso de Animais em Experimentação, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), campus Itapetinga, sob o Protocolo 100/2015, com aprovação no dia 15 de Abril de 2015.

#### **3.1 Local e Período Experimental**

A fase de recria e terminação dos animais foi desenvolvida na Fazenda Princesa do Mateiro, localizada no município de Ribeirão do Largo, região Sudoeste do Estado da Bahia, no período de março 2015 a dezembro 2016.

O abate e as avaliações da carcaça foram realizados no frigorífico comercial do Sudoeste, localizado no município de Itapetinga - Bahia, em dezembro de 2016.

As análises laboratoriais foram efetuadas no Laboratório de Métodos e Separações Químicas da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (LABMESQ-UESB), de Outubro 2019 a Janeiro 2021.

#### **3.2 Animais, manejo alimentar e delineamento experimental**

Foram utilizados 30 novilhos mestiços (1/2 Holandês x 1/2 Zebu), imunologicamente castrados, com aplicação da Bopriva® (Pfizer, Animal Health), sendo aplicadas três doses da vacina, conforme as recomendações do fabricante, com idade média inicial de 12 meses e peso vivo médio inicial de  $203,1 \pm 39,5$  kg na fase de recria (março 2015). Os animais foram abatidos com idade média final de 33 meses e peso vivo médio final de  $490,4 \pm 50,8$  kg na fase de terminação (Pré-abate / Dezembro 2016).

Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e dez repetições, cada grupo recebeu uma estratégia de

suplementação diferente de acordo com a estação climática do ano, conforme o apresentado na e Tabela 1.

O suplemento concentrado foi formulado segundo o NRC (2000), visando um ganho médio diário de 600 g.dia<sup>-1</sup>. Na Tabela 2, encontra-se a proporção dos ingredientes com base na matéria natural utilizados na dieta dos animais, de acordo com as estratégias alimentares utilizadas na estação chuvosa e seca.

**Tabela 1.** Estratégias de suplementação

Estação	Estratégia 1	Estratégia 2	Estratégia 3
<b>Chuvosa*</b>	Sal mineral “ <i>ad libitum</i> ”	Sal mineral com ureia “ <i>ad libitum</i> ”	Suplemento Proteico (0.1% do PC)
<b>Seca**</b>	Sal mineral com ureia “ <i>ad libitum</i> ”	Suplemento Proteico (0.1% do PC)	Suplemento Proteico (0.2% do PC)

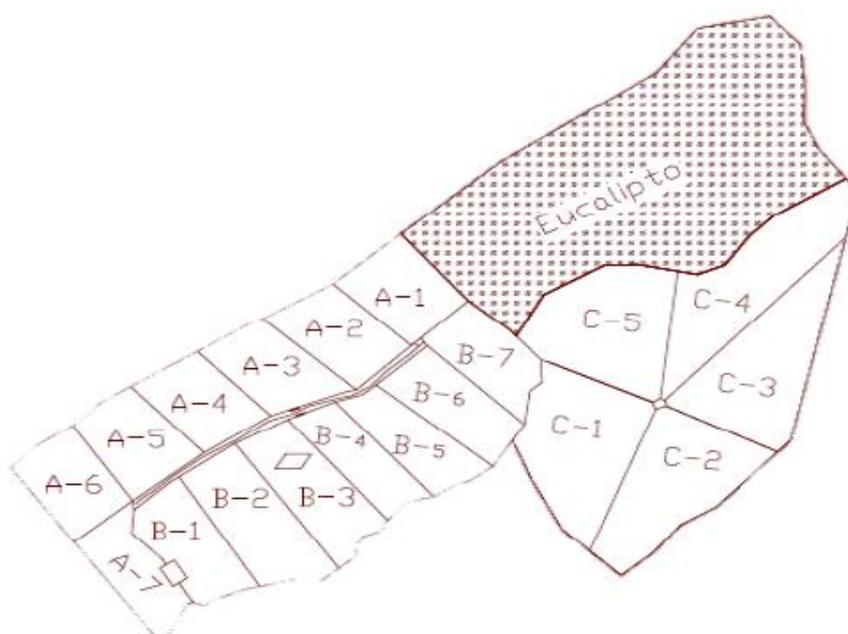
**PC:** Peso Corporal; \* Estação chuvosa no experimento no ano 2015 foi do mês de Março até Junho, e no ano 2016 foi do mês de Janeiro até Julho; \*\* Estação Seca no experimento no ano 2015, foi do mês de julho até dezembro e no ano 2016 foi do mês de agosto até dezembro (segundo as condições climáticas apresentadas no local Experimental).

**Tabela 2.** Proporção dos ingredientes nos concentrados (%) na base da matéria seca (MS)

Ingredientes	Estratégias					
	Estação Chuvosa			Estação Seca		
	E1/SM1	E2/SU	E3/SP-01	E1/SU	E2/SP-01	E3/SP-02
<b>Sorgo</b>	-	-	56.55	-	56.55	49.20
<b>Soja</b>	-	-	19.38	-	19.38	31.34
<b>Ureia</b>	-	25	14.93	25	14.93	13.94
<b>Sal Mineral</b>						
<b>Terminação<sup>1</sup></b>	100	75	9.14	75	9.14	5.54

**E1/SM1** – estrat. chuvosa/sal mineral; **E2/SU** – estrat. chuvosa /sal mineral com ureia; **E3/SP-01**-estrat. chuvosa/ suplemento proteico (0,1% PC); **E1/SU**- estrat. seca/ sal mineral com ureia; **E2/SP-01**- estrat. seca/ suplemento proteico (0,1% PC); **E3/SP-02**- estrat. seca/ suplemento proteico (0,2%PC); <sup>1</sup> Composição: Cálcio 235 g; fósforo 60 g; magnésio 16 g; enxofre 12 g; cobalto 150 mg; cobre 1600 mg; iodo 190 mg; manganês 1400 mg; ferro 1000 mg; selênio 32 mg; zinco 6000 mg; 1120 mg; flúor (máximo) 1600 mg.

Os animais foram manejados em um sistema de pastejo intermitente, sob o método de lotação contínua, com taxa de lotação variável, sendo a área formada por pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. A área total utilizada pelos animais foi de 11,85 hectares (Figura 1). Os suplementos foram fornecidos diariamente no mesmo horário, às 10:00 horas, em cochos plásticos coletivos, com duplo acesso, sem cobertura, com dimensionamento linear de 80 cm/animal e a água foi fornecida “*ad libitum*” em bebedouros automáticos com capacidade para 500 litros.



**Figura 1.** Área utilizada no estudo. Fonte: Carvalho, V. (2017)

Na Tabela 3, encontra-se a composição Química-bromatológica da forragem *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e dos suplementos concentrados fornecidos aos animais durante as estações do ano.

Foram realizadas pesagens intermediárias a cada 35 dias para ajuste da quantidade do suplemento fornecido, visto que o mesmo foi na base do peso corporal dos animais. Essas pesagens auxiliaram na obtenção do ganho de peso total (GPT) e ganho médio diário (GMD), como são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 3.** Composição Química-bromatológica da forragem (*Brachiaria Brizantha*) e dos suplementos concentrado utilizados no experimento durante as estações chuvosa e seca

Componentes (%)	Forragem – Pastejo Simulado		Suplemento Concentrado	
	E. Chuvosa	E. Seca	Supl. 0.1% PC	Supl. 0.2% PC
Matéria seca	26.32	40.00	89.59	89.77
Matéria Orgânica	91.29	88.90	89.44	88.66
Proteína bruta	9.50	8.30	46.58	39.76
Extrato etéreo	1.66	2.26	3.29	3.09
Carboidratos totais	80.59	77.80	39.79	45.81
CNFcp	15.69	12.95	16.07	12.15
FDNcp	69.60	65.35	25-46	33.66
Cinzas	8.72	11.00	10.55	11.34
FDNi	18.5	25.00	1.22	1.38
NDT	50.96	48.98	61.38	65.31

**CNFcp:** carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; **FDNcp:** fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; **FDNi:** Fibra insolúvel em detergente neutro; **NDT:** nutrientes digestíveis totais.

**Tabela 4.** Peso corporal inicial (PCI) e final (PCF), ganho de peso total (GPT) e ganho médio diário (GMD) de bovinos mestiços em pastejo, submetidos à diferentes estratégias de suplementação.

Variáveis	Estratégia 1	Estratégia 2	Estratégia 3
<b>PCI</b> <sub>kg</sub>	204.8	202.1	202.5
<b>PCF</b> <sub>kg</sub>	477.3	491.2	502.7
<b>GPT</b> <sub>kg</sub>	272.5	289.1	300.2
<b>GMD</b> <sub>kg/dia</sub>	0.429	0.455	0.473

### 3.3 Avaliações da carcaça

#### 3.3.1 Pesos e Rendimentos de Carcaça

Antes do embarque para o frigorífico, os animais foram pesados para a obtenção do peso corporal de abate (PCA) após jejum de sólidos de 16h e, abatidos seguindo o procedimento e o fluxo normal do frigorífico e das normas estabelecidas pela instrução

normativa nº 3, de 17 de janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.

No final da linha de abate, as carcaças foram divididas em duas metades e pesadas para obtenção do peso de carcaça quente (PCQ), sendo identificadas e encaminhadas à câmara de resfriamento por 24h, à temperatura em torno de  $0^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . Com esse peso foi calculado o rendimento de carcaça quente [ $\text{RCQ} = (\text{PCQ}/\text{PCA}) \times 100$ ].

### 3.3.2 Área do Musculo *Longissimus dorsi* e Espessura de Gordura Subcutânea

Antes do abate dos animais, foram obtidas as medidas da área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS), através da técnica de ultrassonografia, com aparelho de ultrassom da marca Ultramedic, modelo CTS- 900V.

Para a obtenção da área de olho de lombo, primeiramente realizou-se a limpeza do local, entre a 12ª e a 13ª costelas do animal, do lado direito, e em seguida colocou-se óleo vegetal no dorso para o perfeito acoplamento do transdutor com o corpo do animal. O transdutor foi disposto perpendicularmente ao músculo *Longissimus dorsi*, onde foi realizada a imagem ultrassonográfica. Durante a leitura da imagem, circundou-se a área de olho de lombo no monitor do aparelho, obtendo-se uma medida instantânea da mesma em  $\text{cm}^2$ .

Foi calculado o ratio, que é caracterizado pela razão entre a altura e a largura do *Longissimus dorsi*, e encontrado com a medição do músculo, obtida por meio de aparelho ultrassonográfico. Foi mensurada a espessura de gordura subcutânea (em milímetros) no terço distal da imagem do músculo *Longissimus dorsi*.

## 3.4 Avaliações da carne

### 3.4.1 Obtenção das amostras

As amostras de músculo *Longissimus dorsi* foram extraídas do lado direito da carcaça dos animais entre a 12ª e 13ª costelas, realizando um corte no músculo. Logo após, as amostras foram embaladas em lâmina de filme de polietileno e depois papel alumínio, em seguida, em sacos plásticos previamente identificados por animal, tratamento e tipo de análise, sendo imediatamente armazenadas à temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$ , até a realização das análises laboratoriais.

### 3.4.2 Determinação da Composição Centesimal

#### 3.4.2.1 *Matéria Seca / Umidade*

As determinações dos teores de matéria seca e matéria mineral foram realizadas em duplicata, utilizando-se de três gramas de amostra do músculo *Longissimus dorsi* previamente trituradas em processador e homogeneizadas, conforme AOAC (2010). A umidade foi eliminada da amostra pela secagem em estufa com circulação forçada de ar a 100°C até atingir peso constante.

#### 3.4.2.2 *Matéria Mineral*

A matéria mineral ou Cinzas foi determinada nas amostras de acordo com o método gravimétrico da AOAC (2010) n° 923.03, com calcinação a 550°C, em forno mufla.

#### 3.4.2.3 *Proteína*

O teor de nitrogênio total foi determinado, em duplicata, pelo método micro-Kjeldahl n° 920.87 da AOAC (2010), utilizando-se o fator 6,25 para conversão em proteína bruta, a partir de 0,25g de amostra do músculo *Longissimus dorsi* previamente trituradas e homogeneizadas.

#### 3.4.2.4 *Lipídios totais*

A extração da fração lipídica foi realizada com uma mistura de clorofórmio, metanol e água, respectivamente (2:2:1,8 v/v/v), segundo Bligh & Dyer (1959), no qual foram pesadas cerca de 15g ( $\pm 0,1$ mg) de amostra em um béquer de 250 ml e adicionado 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 acoplado em um funil Buchner usando pressão a vácuo.

Após a filtração foi adicionado ao resíduo mais 10 ml de clorofórmio, mantendo sob agitação por 5 minutos. Realizou-se uma nova filtração fazendo-se uso do mesmo papel de filtro e o béquer lavado com 10 ml de clorofórmio. O filtrado obtido foi transferido para um funil de separação. Após a separação das fases, a inferior contendo o

clorofórmio e a matéria graxa foi drenada para um balão previamente pesado vazio, e levado para o rota-vapor (banho-maria a 33°-34°).

A matéria restante no balão foi pesada e o teor de lipídios determinado gravimetricamente. Foi adicionado 2 ml de N-heptano no balão e o resíduo restante foi coletado em microtubos tipo eppendorf.

### 3.4.3 Colesterol

A determinação do colesterol na carne seguiu a metodologia descrita por Saldanha et al., (2004). No procedimento realizado para extração da matéria insaponificável, utilizaram-se tubos Falcon, com capacidade de 50 ml, onde foram adicionados 2,0 g de amostra de carne trituradas e homogeneizadas, 4,0 ml de solução aquosa de hidróxido de potássio (KOH) a 50% (m/v) e 6,0 ml de álcool etílico P.A. Após agitação em vórtex por um minuto, a mistura permaneceu em repouso durante 22 horas, ao abrigo da luz e a temperatura ambiente. Posteriormente, foi adicionada a mistura 5,0 ml de água destilada e 10 ml de n-hexano P.A, e novamente agitados por 5 minutos em vórtex. Em seguida, essa nova mistura foi adicionada em um funil de decantação e, após a completa separação das fases, foi coletada a fase hexânica em balão de fundo redondo e rotaevaporado os 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 e isopropanol na proporção (85:15, v /v).

O resíduo diluído na fase móvel foi filtrado por meio de uma membrana de fluoreto de polivinilidieno (PVDF), com diâmetro do poro de 0.45 µm sendo acondicionadas em microtubos tipo eppendorf sob refrigeração, para posterior análise por cromatografia líquida.

#### 3.4.3.1. Determinação e quantificação do colesterol por HPLC

Para a determinação do colesterol utilizou-se um cromatográfico líquido de alta eficiência (HPLC) (Shimadzu) equipado com desgaseificador (DGU – 20 A5) e duas bombas (LC-20 AT com detector UV). A coluna analítica utilizada foi uma C18 (250 mm x 4,6mm x 3,5 µm). A fase móvel constitui-se de acetonitrila e isopropanol (85:15), na vazão de 2 ml/min, sendo o tempo de análise de 30 minutos. Os cromatogramas foram processados a 202nm. Foram construídas curvas analíticas para todos os analitos por injeção de soluções padrão dos compostos, relacionando a solução à concentração com a

resposta do equipamento (área do pico), e as concentrações das amostras dos analitos foram calculadas pela interpolação de seus sinais analíticos nas curvas analíticas. A identificação do colesterol foi realizada por meio da comparação do tempo de retenção das amostras, com o padrão e a quantificação através das áreas correspondentes dos picos. Os dados cromatográficos foram processados com o Software LabSolutions® (Shimadzu).

#### 3.4.4 Ácidos Graxos

##### 3.4.4.1. *Transesterificação dos triacilgliceróis*

O procedimento seguiu a metodologia descrita por Bannon et al., (1982). Pesou-se aproximadamente 150 mg de lipídios extraídos de cada amostra, colocou-se em tubos com tampas rosqueáveis, adicionou-se 5 ml de solução de metóxido de sódio 0,25 mol/L<sup>1</sup> em metanol-dietil éter (1:1), e agitou por 3 minutos. A essa mistura, foram adicionados 2 ml de iso-octano e 10 ml de solução saturada de cloreto de sódio. O tubo foi agitado novamente e deixado em repouso para que houvesse a separação das fases, a parte sobrenadante foi coletada e transferida para microtubos tipo eppendorf, devidamente identificados, para realização da análise cromatográfica.

##### 3.4.4.2 *Análise dos ésteres metílicos de ácidos graxos por cromatografia*

Os ésteres de ácidos graxos foram analisados por cromatografia gasosa, em um equipamento modelo GC-2010 Plus marca Shimadzu com Detector de Ionização de Chama (DIC) e coluna capilar de sílica fundida Rt-2560 (100m, 0,25mm d.i). As vazões dos gases (White Martins) foram de 40 mL.min<sup>-1</sup> para o gás de arraste (H<sub>2</sub>); 30 mL.min<sup>-1</sup> para o gás auxiliar (N<sub>2</sub>) e 400 mL.min<sup>-1</sup> para o ar sintético da chama. A razão da divisão da amostra foi de 90:10. Os parâmetros de funcionamento foram estabelecidos após verificação da condição de melhor resolução. As temperaturas do injetor e detector foram 225°C e 260°C, respectivamente. A temperatura da coluna foi programada a 140°C por 5 minutos, seguido por uma rampa de 3°C/min até atingir 245°C por 20 minutos. O tempo total de análise foi de 60 minutos. As injeções foram realizadas em duplicata e os volumes das injeções foram de 1,0 µL. As áreas dos picos dos ésteres metílicos de ácidos graxos foram determinadas através do software GCSolution®.

### 3.4.4.3 Identificação dos ésteres metílicos

A identificação dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi realizada por comparação de tempo de retenção dos constituintes da amostra, com uma mistura de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (Mix C4-C24-18919-1 AMP, Supelco) e, por comparação com os tempos de retenção com os ésteres metílicos de padrões contendo os isômeros geométricos c9-t11 e t10-c12 do ácido linoleico (O-5632 Sigma, EUA).

Para a avaliação da resposta do detector de ionização de chama foi utilizada uma solução de mistura constituída de padrões (Sigma) de ésteres metílicos de ácidos graxos em concentração conhecida, sendo calculado através da equação proposta por Ackman, R. (1972). Estes fatores foram obtidos a partir da média de sete repetições:

$$FR = (A_{23:0} * C_x) / (A_x * C_{23:0})$$

Em que:

FR= Fator de resposta em relação ao tricosanoato de metila

A<sub>23:0</sub>= área do tricosanoato de metila

C<sub>x</sub>= concentração de ésteres metílicos de ácidos graxos

A<sub>x</sub> = área do éster metílico de ácido graxo

C<sub>23:0</sub>= concentração tricosanoato de metila

A quantificação de ácidos graxos da carne *in natura* em mg. g<sup>-1</sup> de lipídios totais foi realizada utilizando o padrão interno tricosanoato de metila (23:0) (Sigma, EUA). Após a pesagem dos lipídios (~150 mg) para transesterificação foram adicionados a todas as amostras com auxílio de uma micropipeta, 1000 µl da solução de padrão interno com concentração conhecida (1,00 g.mL<sup>-1</sup>). Os cálculos da concentração dos ácidos graxos contidos nas amostras foram realizados conforme (Visentainer & Franco 2006).

$$C \text{ (g100g}^{-1}\text{)} = (AEM * M_{23:0} * FCT) / (A_{23:0} * MA * FCEA)$$

Em que:

AEM = área dos ésteres metílicos dos ácidos graxos

A<sub>23:0</sub> = área do padrão interno

M<sub>23:0</sub> = massa do padrão interno adicionado a amostra (em miligramas)

MA = massa da amostra (em gramas)

FCT = fator de resposta teórico dos ésteres metílicos de ácidos graxos

FCEA = fator de conversão para expressar os resultados em mg de ácidos graxos/g de lipídios totais (LT).

### 3.4.4 Avaliação da qualidade nutricional dos lipídios da carne *in natura*

Os ácidos graxos desejáveis foram calculados por meio do somatório dos ácidos: (C18:0+AGMI+AGPI). A qualidade nutricional da fração lipídica da carne *in natura* 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):

$$\mathbf{IA} = (\text{C12:0} + (4 * \text{C14:0}) + \text{C16:0}) / (\Sigma \text{AGMI} + \Sigma \text{n-6} - \Sigma \text{n-3})$$

$$\mathbf{IT} = (\text{C14:0} + \text{C16:0} + \text{C18:0}) / ((0,5 * \Sigma \text{AGMI}) + (0,5 * \Sigma \text{n-6}) + (3 * \Sigma \text{n-3}) + (\Sigma \text{n-3} / \Sigma \text{n-6}))$$

Em que:

$\Sigma \text{AGMI}$  = Somatório de ácidos graxos monoinsaturados

$\Sigma \text{n-6}$  = somatório dos ácidos graxos da família ômega-6

$\Sigma \text{n-3}$  = somatório dos ácidos graxos da família ômega-3

$\Sigma \text{n-3} / \Sigma \text{n-6}$  = relação dos ácidos graxos da família ômega 3 e 6

Após a identificação dos ácidos graxos, procedeu a determinação dos índices de  $\Delta$ -9 dessaturase, conforme as equações propostas por Bichi *et al.* (2012) e Malau-Aduli *et al.* (1997):

$$\Delta\text{-9 dessaturase 14} = \text{C14:1} / (\text{C14:1} + \text{C14:0})$$

$$\Delta\text{-9 dessaturase 16} = \text{C16:1} / (\text{C16:1} + \text{C16:0})$$

$$\Delta\text{-9 dessaturase 18} = \text{C18:1} / (\text{C18:1} + \text{C18:0})$$

### 3.5 Análises estatísticas

Os valores médios das variáveis foram comparados por meio de análise de variância e teste Tukey, adotando-se o nível de significância de 5% e utilizando-se o pacote estatístico Statistical Analyses System 9.1.3 (SAS, 2008).

## IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Características da carcaça

As diferentes estratégias de suplementação de bovinos mestiços a pasto afetaram todas as variáveis analisadas para as características de carcaça: peso da carcaça quente (PCQ), rendimento da carcaça quente (RCQ), área de olho de lombo (AOL cm<sup>2</sup> e 100kg PC) e espessura de gordura subcutânea (EGS) (P<0,05; Tabela 5).

**Tabela 5.** Características da carcaça de bovinos mestiços em pastejo, submetidos a diferentes estratégias de suplementação

Variáveis	Estratégia			EMP <sup>1</sup>	CV% <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	E1	E2	E3			
PCQ Kg	232.83 <sup>c</sup>	253.27 <sup>b</sup>	267.44 <sup>a</sup>	3.82	4.81	<0.0001
RCQ %	50.23 <sup>b</sup>	50.65 <sup>b</sup>	52.48 <sup>a</sup>	0.26	3.94	<0.0001
AOL cm <sup>2</sup>	65.64 <sup>b</sup>	73.25 <sup>a</sup>	74.37 <sup>a</sup>	1.17	5.19	<0.0001
AOL/100Kg	14.71 <sup>b</sup>	15.57 <sup>a</sup>	15.65 <sup>a</sup>	0.25	5.12	0.0223
EGS mm	3.32 <sup>c</sup>	3.78 <sup>b</sup>	4.06 <sup>a</sup>	0.07	6.01	<0.0001

\*Médias seguidas de letras minúsculas diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; <sup>1</sup>Error Padrão da media; <sup>2</sup>Coefficiente de variação; <sup>3</sup>Valor de probabilidade a 5%. **PCQ**= Peso da carcaça quente; **RCQ**= Rendimento da carcaça quente; **AOL**= Área de olho de lombo; **EGS**= Espessura de gordura subcutânea.

Os resultados encontrados para as características de carcaça avaliadas eram esperados e concordam com afirmação de Baroni *et al.* (2010), em que o uso de diferentes tipos de suplementação (mineral, energética e proteica) determinam respostas distintas sobre o peso corporal final e as características de carcaça de animais sob pastejo. Os autores avaliando diferentes níveis de suplementação (0; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; ou 4,0 kg/animal/dia) para novilhos nelore na fase de terminação e abatidos com 33 meses de idade, observaram que houve efeito linear crescente sobre o peso vivo final, ganho médio diário, peso de carcaça, espessura de gordura subcutânea e rendimento de carcaça em função do consumo de suplemento.

Quando existe uma oferta de matéria seca da forragem adequada para suprir as exigências mínimas dos animais, a suplementação pode ter uma resposta mais

significativa, atuando como um fator aditivo no ganho e contribuem para diferenças entre as carcaças. Nesse contexto, a E3 apresentou os maiores valores nas características de carcaça avaliadas, sendo esta a estratégia alimentar que teve suplementação constante em todo o ciclo produtivo, além de apresentar maior PCF e GMD (Tabela 4).

Dentre as variáveis de carcaça, o rendimento de carcaça nos sistemas de produção no Brasil tornaram-se o de maior importância em consequência da forma de comercialização utilizada no País, que remunera o produtor de acordo com o peso de carcaça quente (Lopes *et al.*, 2012), alguns frigoríficos consideram apenas 50% de rendimento de carcaça quando compram o animal com base no seu peso vivo. Desde esse ponto de vista produtivo e de comercialização, no presente estudo obteve-se peso e rendimento de carcaça quente satisfatórios em todas as estratégias alimentares.

Os rendimentos de carcaça quente observados foram de 50.23%, 50.65% e 52.48%, respectivamente, para cada estratégia alimentar. Vários fatores podem influenciar nesta variável, como raça, idade, tipo de dieta alimentar, sexo e toailete na linha de abate do frigorífico (Brondani *et al.*, 2004). Neste sentido, os três grupos apresentaram a mesma idade ao abate, e condições similares em raça, sexo e abate; diferindo apenas com relação à dieta. Alguns autores (Luchiari Filho, 2000; Realini *et al.*, 2004; Restle *et al.*, 1997) afirmam que animais alimentados com concentrado, apresentam maior grau de deposição de gordura e maiores rendimentos na carcaça do que animais alimentados a pasto, o que concorda com o observado no presente trabalho.

A média geral do PCQ e RCQ no presente trabalho foi de 251.18 kg e 51.12%, respectivamente, são médias produtivamente aceitáveis no sistema de produção do Brasil e foram próximas ao observado em outros trabalhos (Devincenzi *et al.*, 2012; Ferreira *et al.*, 2011; Moreira *et al.*, 2012; Polizel *et al.*, 2009).

Foram observadas diferenças significativas entre as médias de área de olho de lombo (Tabela 5). As médias de AOL das estratégias 1, 2 e 3 foram 65.64 cm<sup>2</sup>, 73.25 cm<sup>2</sup> e 74.37 cm<sup>2</sup> respectivamente. Os animais da estratégia 2 e 3 apresentaram média superior aos animais da estratégia 1 (P<0,05), devido ao incremento na suplementação alimentar. Quando a AOL foi ajustada para 100 Kg de carcaça, observou-se o mesmo comportamento (15.57 e 15.65 vs 14.71; P<0,05). A área de olho lombo (AOL) é uma importante característica a ser observada, pois dados da bibliografia indicam correlação direta com a musculabilidade e rendimento de cortes de alto valor comercial (Bianchini *et al.*, 2007; Cruz *et al.*, 2007; Luchiari Filho, 2000; Müller L., 1987; Restle *et al.*, 1999).

O concentrado ofertado na dieta, na estratégia 2 e 3, contribuiu para uma maior AOL cm<sup>2</sup> em decorrência de um maior aporte de nutrientes do concentrado ao longo do período experimental, que contribuiu para maiores taxas de ganho de peso e maior desenvolvimento muscular dos animais, principalmente na fase de recria, onde a eficiência de aproveitamento da dieta é maior (Liu *et al.*, 2015). Os resultados obtidos corroboram com os valores por Devincenzi *et al.*, (2012), Machado *et al.* (2012) e Realini *et al.*, (2004), pois os autores observaram AOL superior em animais suplementados com concentrado.

A EGS das estratégias 1, 2 e 3 foram 3.32 mm, 3.78 mm, 4.06 mm, respectivamente (P<0,05; Tabela. 5), sendo maior o acabamento nos animais que receberam suplementação contínua no período experimental, concorda com o observado por Machado *et al.* (2012), avaliaram animais nelore consumindo sal mineral e quantidades crescentes de concentrado (1, 2 e 3 kg por dia) no período de transição águas-seca, encontraram um efeito linear da suplementação sobre o peso da carcaça quente, alterações na AOL e EGS, que foram superiores nos animais suplementados.

A espessura de gordura subcutânea possui um papel fundamental como isolante durante o resfriamento na câmara fria, pois minimiza a perda de líquido, o encurtamento pelo frio, e contribui para um melhor aspecto visual, evitando o escurecimento dos músculos externos durante o resfriamento. Esse parâmetro pode ser influenciado pela idade ao abate, grupo genético, sexo e nutrição, sendo maior com o avanço da idade e em animais alimentados com concentrado (Arboitte *et al.* 2004a; De Felício, P., 1997; Menezes, 2010; Moreira *et al.*, 2012).

Recomenda-se pelos frigoríficos no mínimo 3 mm e no máximo 6 mm de EGS para que não haja penalização das carcaças (Luchiari Filho, 2000). No presente trabalho, os três grupos apresentaram EGS dentro do preconizado pelos frigoríficos no Brasil.

#### **4.2 Composição Centesimal e Colesterol da Carne**

A estratégia alimentar não exerceu influência (P>0,05) sobre os teores de umidade, cinzas e proteína da carne (Tabela 6).

**Tabela 6.** Composição centesimal e teor de colesterol da Carne de bovinos mestiços em pastejo, submetidos a diferentes estratégias de suplementação

Variáveis (%)	Estratégia			EMP <sup>1</sup>	CV% <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	E1	E2	E3			
Umidade	75.70	75.17	74.23	0.79	3.18	0.4309
Cinzas	3.12	3.48	3.56	0.15	5.37	0.1108
Proteína	26.55	25.99	25.03	0.73	8.11	0.0683
Lipídeos Totais	2.25 <sup>b</sup>	3.00 <sup>b</sup>	3.93 <sup>a</sup>	0.21	19.85	0.0001
Colesterol <sup>4</sup>	43.48	43.03	44.08	1.14	8.18	0.1453

\*Médias seguidas de letras minúsculas diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; <sup>1</sup>Error Padrão da media; <sup>2</sup>Coefficiente de variação; <sup>3</sup>Valor de probabilidade a 5%; <sup>4</sup>mg/100 g de carne.

Essas variáveis são consideradas relativamente constantes na carne bovina, exceto o teor lipídios totais ( $P < 0,05$ ), o qual foi influenciado pela estratégia de suplementação. A composição química do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos obtida em diferentes experimentos, demonstra que existe pouca variação nos teores de umidade, cinzas e proteína, apontando em termos gerais que a carne fresca bovina é composta aproximadamente por 19 a 25% de proteína, 75% de água e 1 a 5% de gordura (Greay *et al.*, 2001).

Os teores médios de umidade, cinzas e proteína foram de 75,03%, 2,39%, 26.85%, respectivamente, estando a carne dos animais do presente estudo em conformidade com os intervalos sugeridos pela literatura, e corroboram com os valores por Chiofalo *et al.*, (2020), Greay *et al.* (2001), Moreira *et al.* (2003), Picard, B & Gagaoua, M. (2020), Pires *et al.* (2008), Silva *et al.* (2014a).

Por outro lado, a quantidade dos lipídeos totais da carne pode variar, e é dependente de múltiplos fatores, como o tipo de alimentação ofertada, o músculo avaliado, o grau de acabamento da carcaça, e raça (Geay *et al.*, 2001; Moreira *et al.*, 2003; Rule *et al.*, 1997; Silva *et al.*, 2014a). O maior teor de gordura da carne do músculo *Longissimus dorsi* obtido neste experimento foi de 3.93%, observado na estratégia 3 de alimentação ( $P < 0.05$ ), estratégia que recebeu suplementação contínua em todo o período experimental.

Essas diferenças observadas no teor de gordura intramuscular podem ser decorrentes do grau de acabamento das carcaças. Mandell *et al.* (1998) justificaram os maiores valores de gordura intramuscular observados com maior grau de acabamento de carcaça; esta depende da espessura de gordura de cobertura. Assim, quanto maior a espessura de gordura de cobertura maior o acabamento de carcaça, maior a percentagem

de gordura intramuscular, como foi observado na estratégia 3. Ressalta-se que apesar de ser o grupo que apresentou maior teor de lipídios totais, esse valor encontra-se entre os teores normais para carne bovina reportados na literatura.

Por outro lado, embora exista atualmente um rechaço e tendência a reduzir o consumo de lipídios devido aos seus efeitos negativos sobre a saúde humana, é preciso destacar que esta característica apresenta grande importância na qualidade da carne, pois correlaciona-se positivamente, com o grau de marmoreio e palatabilidade, e negativamente com a quebra no processo de descongelamento da carne (Amaral *et al.*, 2018; Pacheco *et al.*, 2005; Pighin *et al.*, 2016; Wood *et al.*, 2008).

O teor médio de colesterol da carne dos bovinos não foi influenciado ( $P>0,05$ ) pela estratégia alimentar (Tabela 6), apresentando uma média de 43.53 mg/100g, próximo aos valores reportados como padrão para a carne bovina (50 mg/100g). Da Luz *et al.* (2019) trabalhando com novilhos nelore em diferentes sistemas de integração não observaram diferenças no teor de colesterol na carne, que apresentou um teor médio de 50.95 mg/100g. Também, Duckett *et al.* (2003), afirmaram que não houve influência do sistema de terminação pasto vs concentrado no teor de colesterol, observando-se um teor médio de 56.78 mg mg/100g em novilhos cruzados com Angus. Moreira *et al.* (2003) trabalhando com bovinos de diferentes grupos genéticos terminados em pastagens, observaram que o colesterol não diferiu entre os tratamentos, e os animais apresentaram o teor médio de 37,4 mg mg/100g. Por outro lado, Arboitte *et al.* (2004b) observou um teor maior de colesterol (53,12 mg/100 g) em novilhos mestiços terminados em confinamento. Jorge *et al.* (2009), trabalhando com novilhos da raça Holandesa, com e sem inclusão de gordura na dieta e três pesos de abate (450, 510 e 600 kg), observaram que não houve efeito ( $p<0,05$ ) da inclusão de gordura nos teores proteína (22,76%), umidade (73,95%), lipídios totais (2,50%) e colesterol (57,58 mg/100 g músculo) na carne desses animais.

Mesmo que o teor de colesterol também seja um motivo dos consumidores evitarem o consumo de carne bovina, de acordo com “*American Heart Association*” a recomendação de ingestão máxima de colesterol por dia é de 300 mg. Isso significa que de acordo ao teor médio observado no presente trabalho, o consumo de 200g/dia de *Longissimus dorsi* representaria, aproximadamente, apenas 29% da quantidade máxima recomendada. Destaca-se que a concentração de colesterol na dieta humana deve estar

presente de forma equilibrada, pois é essencial à síntese de hormônios e sais biliares (Ludke & López, 1999; Pighin *et al.*, 2016).

### 4.3 Perfil de Ácidos Graxos da Carne

Os ácidos graxos saturados, o C20:0 (Araquídico) e C24:0 (Lignocérico) foram afetados pelas estratégias de suplementação ( $P < 0,05$ ), apresentando valores maiores no grupo E1 (1.98% e 0.04%, respectivamente) vs os grupos E2 e E3 (1.35% e 1.43%; 0.02% e 0.02%, respectivamente) (Tabela 7). Segundo, Menezes *et al.* (2014), o teor de C20:0 (ácido araquídico) e C24:0 (Lignocérico) na carne está diretamente relacionado com o teor do mesmo ácido na dieta fornecida ao animal, efeito que pode ter contribuído na diferenciação.

Dos ácidos graxos saturados de maior importância para a saúde humana, encontra-se os ácido graxos C14:0 (Mirístico) e C16:0 (Palmítico), considerados hipercolesterolêmicos, e do C18:0 (Esteárico) considerado como neutro para a influencia no teor de colesterol (Dietschy J., 1998; Grundy & Denke, 1990). Esses ácidos graxos não foram afetados pelas estratégias de suplementação fornecida aos animais ( $P > 0,05$ ), apresentando estes em média 2.58%, 24.14% e 24.36 % do total de ésteres metílicos de ácidos graxos da carne, respectivamente, representando em conjunto de 92.97% do total de AGS.

Valores próximos foram observados por Medeiros F. (2008), em trabalho com novilhos cruzados em fase de terminação com diferentes níveis de oferta (0; 0,4; 0,8 e 1,2% PV) de suplemento energético em pastagem vs dieta de confinamento (50:50 v/c). O autor não observou diferenças entre os tratamentos quanto aos teores de Mirístico (3.08%), Palmítico (25.78%) e Esteárico (20.14%) na carne, em que representaram em conjunto 94.60% do total de AGS. Menezes *et al.* (2014) observaram que os teores de Mirístico (1.64%), Palmítico (24.40%) e Esteárico (20.35%) na carne não foram influenciados pelo sistema de alimentação, representaram todos em conjunto 95.18% do total de AGS.

**Tabela 7.** Perfil de Ácidos graxos da Carne de bovinos mestiços em pastejo, submetidos a diferentes estratégias de suplementação

Ácidos Graxos (%) <sup>1</sup>	Estratégia			EMP <sup>2</sup>	CV% <sup>3</sup>	P <sup>4</sup>
	E1	E2	E3			
<b>Ácidos graxos saturados</b>						
C6:0	0.02	0.02	0.03	<0.01	27.43	0.6410
C8:0	0.01	0.01	0.01	<0.01	34.02	0.3349
C10:0	0.06	0.05	0.06	0.01	21.38	0.8712
C12:0	0.07	0.07	0.08	0.01	18.63	0.5080
C14:0	2.69	2.70	2.37	0.20	17.67	0.4544
C15:0	0.54	0.59	0.57	0.03	11.98	0.0608
C16:0	23.60	24.53	24.30	0.79	7.26	0.3058
C17:0	1.31	1.32	1.31	0.04	6.86	0.0660
C18:0	23.66	24.76	24.66	0.81	27.74	0.0585
C20:0	1.98 <sup>a</sup>	1.35 <sup>b</sup>	1.43 <sup>b</sup>	0.15	20.47	0.0359
C21:0	0.05	0.06	0.06	<0.01	17.24	0.0878
C22:0	0.14	0.14	0.13	0.02	28.79	0.8960
C24:0	0.04 <sup>a</sup>	0.02 <sup>b</sup>	0.02 <sup>b</sup>	0.01	47.26	0.0176
<b>Total AGS</b>	<b>54.17</b>	<b>55.62</b>	<b>55.03</b>	<b>1.16</b>	<b>4.75</b>	<b>0.2585</b>
<b>Ácidos graxos monoinsaturados</b>						
C14:1	0.46 <sup>a</sup>	0.33 <sup>b</sup>	0.28 <sup>b</sup>	0.02	20.44	0.0217
C15:1	0.26 <sup>b</sup>	0.32 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>	0.02	12.19	0.0146
C16:1	2.94	2.95	3.10	0.12	18.54	0.0888
C17:1	0.65	0.65	0.64	0.02	8.30	0.9214
C18:1n9t	2.58 <sup>b</sup>	2.93 <sup>ab</sup>	3.36 <sup>a</sup>	0.17	13.02	0.0229
C18:1n9c	34.91 <sup>a</sup>	33.48 <sup>b</sup>	33.39 <sup>b</sup>	0.76	7.47	0.0382
C20:1	0.18	0.19	0.18	0.01	18.57	0.8872
C22:1n9	0.04	0.03	0.04	0.01	35.02	0.3904
C24:1	0.23	0.24	0.30	0.03	23.64	0.9520
<b>Total AGMI</b>	<b>42.25</b>	<b>41.12</b>	<b>41.63</b>	<b>1.17</b>	<b>6.15</b>	<b>0.3749</b>
<b>Ácidos graxos poli-insaturados</b>						
C18:2n6t	0.14	0.14	0.15	<0.01	10.37	0.1079
C18:2n6c	0.35	0.35	0.35	0.02	16.66	0.9775
C18:3n6	0.18	0.17	0.17	0.01	13.80	0.4109
C18:3n3	0.70 <sup>a</sup>	0.53 <sup>b</sup>	0.52 <sup>b</sup>	0.03	12.88	0.0039
C18:2c9t11	0.51 <sup>a</sup>	0.42 <sup>b</sup>	0.38 <sup>b</sup>	0.03	10.35	0.0459
C18:2t10c12	0.12 <sup>a</sup>	0.10 <sup>b</sup>	0.10 <sup>b</sup>	0.01	12.22	0.0370
C20:2	0.05	0.04	0.04	<0.01	22.09	0.0659
C20:3n6	0.11	0.11	0.10	0.02	20.63	0.6129
C20:4n6	0.82 <sup>b</sup>	0.93 <sup>b</sup>	1.09 <sup>a</sup>	0.07	19.26	0.0040
C22:2	0.28	0.28	0.27	0.04	34.28	0.9171
C20:5n3	0.28 <sup>a</sup>	0.15 <sup>b</sup>	0.14 <sup>b</sup>	0.03	30.53	0.0040
C22:6n3	0.04	0.04	0.03	<0.01	28.17	0.0467
<b>Total AGPI</b>	<b>3.58<sup>a</sup></b>	<b>3.26<sup>b</sup></b>	<b>3.34<sup>b</sup></b>	<b>0.09</b>	<b>6.42</b>	<b>0.0153</b>

\*Médias seguidas de letras minúsculas diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; <sup>1</sup>Nomenclatura IUPAC; <sup>2</sup>Error Padrão da media <sup>3</sup>Coefficiente de variação; <sup>4</sup>Valor de probabilidade a 5%;

O ácido Esteárico, além de atuar de forma neutra na saúde humana, é atribuído como responsável de muitas das características desejáveis de sabor e textura, que são conferidas aos ácidos graxos saturados de cadeia longa (Menezes *et al.*, 2014). Apesar de que, o C18:0 estatisticamente não foi significativo, evidenciou uma tendência ( $P=0.0585$ ) mostrando menor teor a E1.

Sabe-se que em animais alimentados a pasto, o ácido linolênico (C18:3n-3) é o principal substrato para a biohidrogenação, que pela atividade bacteriana (principalmente da *Butyrivibrio fibrisolvens*) é convertido a ácido esteárico (Kim *et al.*, 2009; Maia *et al.*, 2010; Ramos E. & Wallace R., 2010). Possivelmente, esse processo de biohidrogenação ruminal foi menor no grupo E1, o que contribuiu para que a carne dos animais desse grupo apresentassem maior teor de C18:3n-3, quando comparado com os demais. Não obstante, Duynisveld *et al.* (2006) não observaram diferenças entre animais em pastagem, animais em pastagem com suplementação e animais confinados, quanto aos teores de ácidos Mirístico e Palmítico, mas, observaram valores superiores de ácido esteárico para animais em pastejo, em relação aos outros grupos.

Nos ácidos graxos monoinsaturados, o C14:1 (Miristoléico) foi afetado pelas estratégias de suplementação ( $P<0,05$ ). A E1 apresentou maior teor (0.46%) quando comparados com E2 e E3 (0.33% e 0.28%, respetivamente), cujo fato pode estar associado à concentração de ácido mirístico (C14:0), uma vez que a quantidade desse ácido exerce influência na desnaturação e formação do ácido Miristoléico (C14:1) pela enzima  $\Delta^9$  dessaturase 14 (De Smet *et al.*, 2004). Assim, à medida que eleva o índice da enzima  $\Delta^9$  dessaturase 14 o teor de ácido Miristoléico também aumenta. O que concorda com o observado no presente trabalho, a atividade da enzima  $\Delta^9$  dessaturase 14 foi maior no grupo E1 (Tabela 8).

O C15:1 (Pentadecanóico) para a E1 apresentou menor teor (0.26%) quando comparados com E2 e E3 (0.32% e 0.33%, respetivamente) e o ácido C18:1n9t (Elaídico - Isômero *trans* do oleico), E3 apresentou maior teor (3.36%), quando comparados com E1 e E2 (2.58% e 2.93%, respetivamente), geralmente esses ácidos originam-se durante o processo de biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados pelas bactérias ruminais (Mansbridge R. & Blake J., 1997).

O ácido oleico (C18:1n9*cis*) foi dos AGMI o que apresentou maior participação e foi afetado pela estratégia de suplementação ( $P<0,05$ ). A E1 apresentou maior teor (34.91%) quando comparada com E2 e E3 (33.48% e 33.39%, respetivamente). Essa

variação associa-se fundamentalmente à ação da enzima  $\Delta$ -9 dessaturase 18, que foi maior no grupo E1 (Tabela 8) sendo, a responsável pela dessaturação do esteárico (C18:0) a ácido oleico. Menezes et al. (2014) ao comparar o teor de ácido oleico da dieta oferecida ao animal e da carne, verificou que a carne com maior teor de ácido oleico não foi oriunda do animal que se alimentou com a dieta com maior teor de ácido oleico, demonstrando que o processo de biohidrogenação dos ruminantes interfere no teor de ácidos graxos insaturados.

Na carne bovina, o C18:1n9cis (oleico) é o AGMI mais abundante, representando no presente estudo aproximadamente de 80.80% a 82.63% do teor total de AGMI da carne. É um ácido essencial, o qual compete nas reações mediadas por dessaturases e elongases, com os ácidos linoleico e  $\alpha$ -linolênico e seus produtos intermediários (Christie, W. 2014; Drackley, J. 2000; Toral *et al.*, 2018). Pesquisas *in vitro* demonstraram que o ácido oleico pode ser isomerizado a vários isômeros *trans* C18:1, inclusive o ácido vacênico, precursor do CLA, o que torna uma carne de maior qualidade para o consumidor (Dannenberger *et al.*, 2004).

Por outro lado, o ácido oleico possibilita benefícios à saúde humana e tem sido destacado como um agente anticarcinogênico, pois possui ação supressora da expressão do gene Her-2/neu, um dos relacionados ao câncer de mama, além de atuar como agente hipocolesterolêmico, promovendo a redução do colesterol total e LDL (Menendez *et al.*, 2005; Mir *et al.*, 2003; Schwingshackl & Hoffmann, 2012).

Os ácidos graxos poli-insaturados foram afetados pelas estratégias de suplementação ( $P < 0.05$ ): C18:3n3 ( $\alpha$ -linolênico), C18:2c9t11 (Rumênico/CLA), C18:2t10c12 (Trans-10, cis-12-octadecadienóico/CLA) e C20:5n3 (eicosapentaenoico - EPA), em que a E1 apresentou os maiores teores (0.70, 0.51, 0.12 e 0.28%, respectivamente), quando comparada com E2 e E3 (0.53 e 0.52%; 0.42 e 0.38%; 0.10 e 0.10%; 0.15 e 0.14%, respectivamente). O C20:4n6 (Araquidônico) foi maior na E3 (1.09%) vs E1 e E2 (0.82 e 0.93%, respectivamente); os demais ácidos graxos poli-insaturados não foram afetados pelas estratégias de suplementação ( $P > 0.05$ ).

Sabe-se que a alimentação a pasto é fornecedora de um maior teor de ácidos graxos n-3, em especial C18:3n-3 na carne de bovinos (Mendes F., 2013; Nuernberg *et al.*, 2005; Rossato *et al.*, 2010;), o que foi observado neste trabalho. Isso também corrobora com o observado por Mendes F. (2013) em animais mestiços alimentados a pasto com oferta de diferentes níveis de suplementação proteica. Os autores concluíram

que o aumento no nível de suplementação diminui o teor de ácidos graxos n-3 na carne, dentre eles encontra-se o C18:3n3 e C20:5n3.

O que pode ter acontecido foi que mesmo o grupo E1 sendo alimentado só a pasto e, possivelmente, sendo o grupo com maior taxa de biohidrogenação, a alimentação fornecida à base de forragem apresentaram superioridade destes ácidos graxos n3 (C18:3n3 e C20:5n3), o que permitiu que os teores permanecessem mais altos na alimentação consumida e isso refletiu nos teores finais dos mesmos na carne, mesmo feito observado por Reis R. (2017), trabalhando com animais ½gus-Nelore e animais Nelore na fase de terminação a pasto. Isso também concorda com o observado por Mendes F. (2013) em animais mestiços alimentados ao pasto com oferta de diferentes níveis de suplementação proteica, onde concluiu que o aumento no nível de suplementação diminui o teor de ácidos graxos n-3 na carne.

Ao se comparar o teor de C18:3n-3 do grupo E1 ao pasto (0.70%) com outros trabalhos, o teor apresentado foi menor que os observados por Nuernberg *et al.*, 2005 (2.22% em animais Simental a pasto), Rossato *et al.* 2010 (1.45 % em animais Nelore e 0.89% em Angus a pasto), o que leva a sugerir que além da alimentação a raça também pode influenciar nas quantidades de ácidos graxos poli-insaturados da carne, possivelmente por apresentar variação nos microorganismos ruminais, refletido em diferentes taxas de biohidrogenação no rúmen.

Dentre os Ômega 3 de maior importância na carne, encontra-se o EPA (C20:5n-3), DPA (C22:5n-3), e DHA (C22:6n-3). O EPA apresentou influência da alimentação ( $P < 0,05$ ) no teor na carne. O DHA não apresentou diferença significativa entre os grupos ( $P > 0,05$ ); os valores de EPA e DHA observados encontram-se entre os teores reportados na literatura para carne bovina, de 0.05% até 2.13% para EPA e 0.02% até 0.20% para DHA, destacando-se a influência do sistema de alimentação no teor desses ácidos na carne. Nuernberg *et al.* (2005), observaram valores de EPA, DPA e DHA de 0.08%, 0.29% e 0.05%, respectivamente, para animais em confinamento vs 0.94%, 1.32% e 0.17%, respectivamente para animais alimentados a pasto

O ácido araquidônico (C20:4n-6) faz parte da família dos ômega 6, encontra-se presente na carne bovina e caracteriza-se por estar presente em maior quantidade na carne de animais alimentados com dietas à base de concentrado. Na saúde humana tem grande importância nos primeiros meses de vida, pois é um constituinte fundamental de estruturas celulares e precursores de mediadores inflamatórios (Wood *et al.*, 2008). Além

disso, o C20:4n-6 é um dos dois ácidos graxos essenciais mais importantes de 20 carbonos, formado pela dessaturação e alongamento de ácido linoleico; o outro é o C20:5n-3, EPA, formado pela dessaturação e alongamento de ácido  $\alpha$ -linolênico; ambos são formadores de eicosanoides. Segundo Smith, W. (2008), a carne e o óleo de peixe são as únicas fontes alimentares importantes de C20:4n-6 e C22: 6n-3, respectivamente.

Por outro lado, os animais em pastejo com suplementação mineral apresentaram gordura intramuscular com níveis de CLA (C18:2 c9t11 – Rumênico) 27.5% superior em relação aos animais alimentados com suplementação proteico-energética (0.51 vs 0.40%), sendo este Isômero de maior importância por apresentar 80% do teor total do CLA.

O ácido linoleico conjugado (CLA) caracteriza-se por estar presente em produtos de origem animal, pode estar presente em diferentes formas ou isômeros do CLA, mas o Isômero C18:2 cis-9 trans-11 ou ácido rumênico, em ruminantes é predominante na gordura da carne, e destaca-se por estar presente em maior quantidade em animais alimentados a pasto, além de ser um ácido graxo com multiplex benefícios a saúde humana.

Sabe-se que para a formação do CLA existem duas vias, uma pela dessaturação do ácido *trans*-vacênico pela enzima  $\Delta^9$  dessaturase e outra pela isomerização do ácido linoleico por meio da fermentação produzida pela *Butyrivibrio fibrisolvens* no rúmen (Griinari, J. & Bauman, D., 1999; Jenkins *et al.*, 2008). Valores de 0.08% a 0.1% de CLA foram reportados em animais com diferentes concentrações de milho em animais taurinos e zebuínos (Silva *et al.* 2014<sub>b</sub>) e valores de 0.50% e 0.66% foram encontrados para carne de animais Nelores e Angus, respectivamente alimentados sob pastagem (Rossato *et al.* 2010); Os teores do CLA observados no presente trabalho (Tabela 7) estão próximos aos reportados. Os valores mais altos no grupo E1, podem estar associados ao fato de maior biohidrogenação, o que levou a ter maior concentrados deste ácido na carne dos novilhos alimentados a pasto, mesmo feito registrado por Daley *et al.* (2010), numa revisão dos perfis de ácidos graxos da carne de bovinos alimentados com capim e grãos.

O teor total de AGS e AGMI, não foi afetado pelas estratégias de suplementação ( $P>0.05$ ), e apresentou uma média de 54.94% e 41.66%, respectivamente do total de ésteres metílicos de ácidos graxos na carne. Por outro lado, o teor total de AGPI, foi afetado pela alimentação ( $P<0.05$ ), apresentando maior teor no grupo E1 (3.58%) vs os grupos E2 e E3 (3.26% e 3.34%, respectivamente), estando esses valores próximos aos relatados por Mendes F., (2013), trabalhando com novilhos mestiços em pastagem de

*Brachiaria brizantha* com diferentes níveis de suplementação. Os autores observaram valores médios de ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI) e poli-insaturados (AGPI) de 48,30; 46,25 e 5,44%, respectivamente no músculo *Longissimus dorsi* dos animais avaliados. Lambertucci *et al.* (2013) encontraram valores de 48,15 % (AGS); 45,32% (AGMI); e 7,04% (AGPI) na carne de novilhos mestiços Nelore × Simental terminados a pasto.

De forma geral, a composição da gordura da carne bovina pode oscilar entre 45-55% de AGS, 35-45% de AGMI e cerca de 5% em AGPI, o maior teor de AGS na carne bovina se deve ao processo característico do metabolismo dos lipídeos em ruminantes (Biohidrogenação). Os valores do presente trabalho encontram-se entre o reportado na literatura.

A diferença observada no teor total de AGPI é atribuída a presença da enzima delta-12-dessaturase nas plantas, capaz de converter o ácido oleico em ácido linoleico e a delta-15-dessaturase e converter o ácido linoleico em ácido  $\alpha$ -linolênico (Daley *et al.*, 2010; Dervishi *et al.*, 2010; Toral *et al.*, 2018), de tal forma que as carnes de animais alimentados a pasto caracterizam-se por ter um maior teor AGP comparado com animais suplementados ou em confinamento. Por outro lado, Reis R. (2017) afirmaram que a gordura intramuscular possui correlação positiva com a espessura de gordura subcutânea, e que há um aumento do teor de ácidos graxos saturados e a diminuição dos poli-insaturados, com o aumento da EGS, o que foi observado neste trabalho.

O índice da enzimas  $\Delta^9$  dessaturase 14 e 18 foram influenciados ( $P < 0.05$ ) pelas estratégias de suplementação (Tabela 8)

**Tabela 8.** Índices de atividade dessaturase da Carne de bovinos mestiços em pastejo, submetidos a diferentes estratégias de suplementação

Índices de dessaturase %	Estratégia			EMP <sup>1</sup>	CV% <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	E1	E2	E3			
$\Delta^9$ dessaturase 14	14.60 <sup>a</sup>	10.89 <sup>b</sup>	10.56 <sup>b</sup>	0.01	13.01	0.0100
$\Delta^9$ dessaturase 16	11.07	10.73	11.35	<0.01	9.42	0.3488
$\Delta^9$ dessaturase 18	59.60 <sup>a</sup>	57.48 <sup>b</sup>	57.52 <sup>b</sup>	0.01	5.11	0.0349

\*Médias seguidas de letras minúsculas diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; <sup>1</sup>Error Padrão da média; <sup>2</sup>Coefficiente de variação; <sup>3</sup>Valor de probabilidade a 5%.

Quando existe um maior índice de atividade dessaturase, espera-se que maior seja a ação da enzima na conversão de ácidos saturados em monoinsaturados, com isso esses índices são importantes para o entendimento do comportamento de alguns ácidos graxos

no músculo, uma vez que eles têm influência direta na dessaturação dos ácidos graxos da carne.

#### 4.4 Índices de qualidade nutricional da Carne

A relação ácidos graxos monoinsaturados: ácidos graxos saturados, Relação ácidos graxos poli-insaturados: ácidos graxos saturados, Ácidos graxos desejáveis, Índice de aterogenicidade, Índice de trombogenicidade e Relação ácidos graxos hipocolesterolêmico: hipercolesterolêmico, não apresentaram diferenças significativas ( $P>0.05$ ) entre as estratégias de suplementação (Tabela 9).

**Tabela 9.** Índices de qualidade nutricional da Carne de bovinos mestiços em pastejo submetidos a diferentes estratégias de suplementação

Índices de Qualidade (%)	Estratégia			EMP <sup>1</sup>	CV% <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	E1	E2	E3			
AGMI:AGS <sup>4</sup>	0.78	0.74	0.76	0.04	11.82	0.3455
AGPI:AGS <sup>5</sup>	0.07	0.06	0.06	<0.01	8.51	0.1745
AGD <sup>6</sup>	69.49	69.14	69.63	0.95	3.09	0.6815
IA <sup>7</sup>	0.77	0.81	0.77	0.05	12.94	0.5509
IT <sup>8</sup>	1.88	2.00	1.94	0.08	8.53	0.0949
h:H <sup>9</sup>	1.51	1.41	1.46	0.08	12.82	0.5035
n-6 <sup>10</sup>	1.60b	1.70b	1.86a	0.09	12.46	0.0118
n-3 <sup>11</sup>	1.02a	0.72b	0.69b	0.04	12.33	0.0003
n-6:n-3 <sup>12</sup>	1.57b	2.36 <sup>a</sup>	2.69a	0.20	21.07	0.0031

\*Médias seguidas de letras minúsculas diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; <sup>1</sup>Error Padrão da média; <sup>2</sup>Coefficiente de variação; <sup>3</sup>Valor de probabilidade a 5%; <sup>4</sup>Razão ácidos graxos monoinsaturados: ácidos graxos saturados; <sup>5</sup>Razão ácidos graxos poli-insaturados: ácidos graxos saturados; <sup>6</sup>Ácidos graxos desejáveis; <sup>7</sup>Índice de aterogenicidade; <sup>8</sup>Índice de trombogenicidade; <sup>9</sup>Razão ácidos graxos hipocolesterolêmico: hipercolesterolêmico; <sup>10</sup>Somatório dos ácidos graxos ômega 6; <sup>11</sup>Somatório dos ácidos graxos ômega 3; <sup>12</sup>Razão ácidos graxos ômega 6:ômega3.

A média da razão entre AGPI/AGS foi de 0.06%, valor menor aos reportados por Mendes F. (2013) e French *et al.* (2000), de 0,11% e 0,13%, respectivamente, observados em carnes de novilhos mestiços em diferentes sistemas de alimentação.

A média da razão h:H foi de 1.46%; na literatura não existem limites ou valores fixos recomendados para a razão ácidos graxos hipocolesterolêmico: hipercolesterolêmico (h:H), não entanto, valores maiores da razão se relacionam com produtos mais saldáveis, visto que seriam produtos com maior teor de ácidos graxos

hipocolesterolêmicos benéficos para a saúde Humana. De acordo com Santos-Silva *et al.*, (2002), considera-se 2.0% como valor de referência para h:H na carne bovina.

O somatório dos ácidos graxos n-6 apresentou diferenças significativas ( $P < 0.05$ ) entre os grupos, observando-se menor a concentração destes ácidos na E1 e E2 (1.60% e 1.70%, respectivamente), quando comparado com E3 (1.86%); e o somatório dos ácidos graxos n-3 apresentou diferenças significativas ( $P < 0.05$ ) entre os grupos, observando-se maior concentração destes ácidos na E1 (1.02%), quando comparado com E2 e E3 (0.72% e 0.69%, respectivamente). Isso relaciona-se ao fato de as gramíneas apresentarem maior quantidade de ácidos graxos da família ômega 3, o que leva a ter maiores concentrações na carne de animais alimentados com forragem.

O consumo de ácidos graxos ômega-3 de cadeia longa pode ser benéfico para os humanos, por ter ação anti-inflamatória, uma vez que diminuem a produção de eicosanoides inflamatórios, pois substituem o ácido araquidônico.

O recomendado para a dieta humana é que o consumo seja de somente de 3.59 vezes mais ômega-6 em relação ao ômega-3 (Aferri *et al.*, 2012; Daley *et al.*, 2010). Segundo a revisão feita pelos mesmos autores, as médias da razão n-6/n-3 das carnes dos estudos que foram citados por eles variaram de 1,53 e 7.65 para animais alimentados a pasto e animais alimentados com grãos, respectivamente. Apesar de ter encontrado diferença ( $P < 0.05$ ) entre as estratégias alimentares na relação n-6:n-3, os resultados observados encontram-se dentro do padrão ótimo sugerido pelos nutricionistas, visto que é uma razão inferior a 4.0 o valor recomendado.

Diferentemente dos efeitos maléficos atribuídos à carne vermelha, essas características apresentadas nos índices nutricionais contribuem benéficamente na saúde humana, para a diminuição dos riscos de desenvolver um câncer ou possíveis complicações coronarianas, a diminuição desta razão n-6/n-3, pois favorece a formação de eicosanoides mostrando efeitos anti-inflamatórios além de possibilitar redução da agregação plaquetárias, viscosidade sanguínea, vasoespasmo e vasoconstrição (Harnack *et al.*, 2009; Simopoulos A., 2008).

## V - CONCLUSÕES

O uso contínuo de suplementação proteico-energética durante todo o ano promove melhoria nas características de carcaça de interesse econômico, sem efeito negativo sobre a qualidade nutricional da carne.

O uso de suplementação proteico-energética ou mineral em animais em pastejo não causa efeito sobre o teor total de colesterol e de ácidos graxos saturados da carne.

Animais em pastejo com suplementação mineral apresentam a carne com maior composição de ácidos graxos poli-insaturados, principalmente de ômega-3 e CLA, o que proporciona redução na razão n-6:n-3, altamente relacionados com a saúde humana.

## VI - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKMAN, R.G. The analysis of fatty acids and related materials by gas-liquid chromatography. *Progress in the chemistry of fats and other lipids*, v.12, p.165-284, 1972. [https://doi.org/10.1016/0079-6832\(72\)90003-1](https://doi.org/10.1016/0079-6832(72)90003-1)

AFERRI, G., LEME, P.R., PEREIRA, A.S.C., PUTRINO, S.M., FREITAS JÚNIOR, J.E.D., & RENNÓ, F.P. Fatty acid composition of the *longissimus dorsi* muscle in crossbred steers fed different sources of fatty acids. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41(7), p.1706-1712, 2012.

AMARAL, A.B., SILVA, M.V.D., & LANNES, S.C.D.S. Lipid oxidation in meat: mechanisms and protective factors—a review. *Food Science and Technology*, v.38, p.1-15, 2018. <https://doi.org/10.1590/fst.32518>

ARBOITTE, M.Z., RESTLE, J., ALVES FILHO, D.C., PASCOAL, L.L., PACHECO, P.S., & SOCCAL, D.C. Características da carcaça de novilhos 5/8 Nelore-3/8 Charolês abatidos em diferentes estádios de desenvolvimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33(4), p.969-977, 2004a. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982004000400017>

ARBOITTE, M.Z., RESTLE, J., ALVES FILHO, D.C., BRONDANI, I.L., PACHECO, P.S., MENEZES, L.F.G.D., & PEROTTONI, J. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo Longissimus dorsi de novilhos 5/8 Nelore-3/8 Charolês terminados em confinamento e abatidos em diferentes estádios de maturidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33(4), p.959-968, 2004b.

ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 18th Edition, Washington, DC., 2010.

BANNON, C.D.; CRASKE, J.D.; HAI, N.T.; HARPER, N.L.; O'ROURKE, K.L. Analysis of fatty acid methyl esters with high accuracy and reliability. *Journal of Chromatography*, 217, 63-69, 1982. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(00\)84856-6](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(00)84856-6)

BARONI, C.E.S., LANA, R.P., MANCIO, A.B., QUEIROZ, A.C., SVERZUT, C.B., & MENDONÇA, B.P.C. Performance of steers supplemented and finished on pasture in the dry season and pasture evaluation. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.62(2), p.373-381, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352010000200018>

BIANCHINI, W., SILVEIRA, A.C., JORGE, A.M., ARRIGONI, M.D.B., MARTINS, C.L., RODRIGUES, É., ... & ANDRIGHETTO, C. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces.

*Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.6, p.2109-2117, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000900022>

BICHI, E., TORAL, P.G., HERVÁS, G., FRUTOS, P., GÓMEZ-CORTÉS, P., JUÁREZ, M., & DE LA FUENTE, M.A. Inhibition of  $\Delta$  9-desaturase activity with sterculic acid: Effect on the endogenous synthesis of cis-9 18: 1 and cis-9, trans-11 18: 2 in dairy sheep. *Journal of Dairy Science*, v.95(9), p.5242-5252, 2012. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5349>

BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal Biochemistry and Physiology*, v.37, n.8, p.911-917, 1959. <https://doi.org/10.1139/o59-099>

BRONDANI, I.L., SAMPAIO, A.A.M., RESTLE, J., BERNARDES, R.A.L.C., PACHECO, P.S., FREITAS, A.K.D., ... & PEIXOTO, L.A.D.O. Carcass quantitative characteristics of steers from different breeds fed diet with different energy levels. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33(4), p.978-988, 2004. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000400018>

CARVALHO, V.M. **Estratégias para reduzir o uso de suplementação na recria de novilhos mestiços em condições de pastejo**. 2017. 97p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga.

CHIOFALO, V., LIOTTA, L., LO PRESTI, V., GRESTA, F., DI ROSA, A.R., & CHIOFALO, B. Effect of dietary olive cake supplementation on performance, carcass characteristics, and meat quality of beef cattle. *Animals*, v.10(7), p.1176, 2020. <https://doi.org/10.3390/ani10071176>

CRUZ, G.M.; TULLIO, R.R.; CORRÊA, L.A. de ALENCAR, M.M., SANTOS, P., & RODRIGUES, A.D.A. Características das carcaças de bovinos castrados de dois grupos genéticos terminados em pastagens não irrigadas com suplementação na seca ou irrigadas o ano todo. *In: reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia*, 44., 2007, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: SBZ, 2007.

DA LUZ, P.A.C., ANDRIGHETTO, C., LUPATINI, G.C., ARANHA, H.S., TRIVELIN, G.A., MATEUS, G.P., ... & JORGE, A.M. Effect of integrated crop-livestock systems in carcass and meat quality of Nellore cattle. *Livestock Science*, v.220, p.83-92, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.11.018>

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(1), p.1-12, 2010. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-9-10>

DANNENBERGER, D.; NUERNBERG, G.; SCOLLAN, N.; SCHABELL, W.; STEINHART, H.; ENDER, K.; NUERNBERG, K. Effect of diet on the deposition of n-3 fatty acids, conjugated linoleic and C18:1 trans fatty acid isomers in muscle lipids of German Holstein bulls. *Journal of Agriculture and Food Chemistry, Easton*, v. 52(21), p. 6607-6615, 2004. <https://doi.org/10.1021/jf0495111>

DE FELÍCIO, P. E. Fatores ante e post mortem que influenciam na qualidade da carne bovina. *Produção de novilho de corte*, v.1, p.79-97, 1997.

DE SMET, S., RAES, K., & DEMEYER, D. Meatfatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. *Animal Research*, v.53: p.81-98., 2004. <https://doi.org/10.1051/animres:2004003>

DERVISHI, E., SERRANO, C., JOY, M., SERRANO, M., RODELLAR, C., & CALVO, J.H. Effect of the feeding system on the fatty acid composition, expression of the  $\Delta$  9-desaturase, Peroxisome Proliferator-Activated Receptor Alpha, Gamma, and Sterol Regulatory Element Binding Protein 1 genes in the semitendinous muscle of light lambs of the Rasa Aragonesa breed. *BMC Veterinary Research*, v.6(1), p.1-11, 2010. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-6-40>

DEVINCENZI, T., NABINGER, C., CARDOSO, F.F., NALÉRIO, É.S., CARASSAI, I.J., FEDRIGO, J.K., ... & CARDOSO, L.L. Carcass characteristics and meat quality of Aberdeen Angus steers finished on different pastures. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41(4), p.1051-1059,2012. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000400030>

DIETSCHY, J.M. Dietary fatty acids and the regulation of plasma low density lipoprotein cholesterol concentrations. *Journal of Nutrition*, v.128, p.444S-228S, 1998. <https://doi.org/10.1093/jn/128.2.444S>

DUYNISVELD, J.L., CHARMLEY, E., & MIR, P. Meat quality and fatty acid composition of pasture-finished beef steers fed barley and soybeans. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 86(4), p.535-545, 2006. <https://doi.org/10.4141/A06-004>

FERREIRA, E.T., NABINGER, C., ELEJALDE, D.A.G., FREITAS, A.K.D., SCHMITT, F., & TAROUÇO, J.U. Terminação de novilhos de corte Angus e mestiços em pastagem natural na região da Campanha do RS. *Revista brasileira de zootecnia*, v.40(9), p.2048-2057,2011. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000900029>

FRENCH, P., STANTON, C., LAWLESS, F., O'RIORDAN, E.G., MONAHAN, F.J., CAFFREY, P.J., & MOLONEY, A.P. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *Journal of animal science*, v.78(11), p.2849-2855, 2000. <https://doi.org/10.2527/2000.78112849x>

GEAY, Y., BAUCHART, D., HOCQUETTE, J.F., & CULIOLI, J. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. *Reproduction Nutrition Development*, v.41(1), p.1-26, 2001. <https://doi.org/10.1051/rnd:2001108>

GRIINARI, J.M., & BAUMAN,D.E. Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. *Advances in conjugated linoleic acid research*, v.1(1), p.180-200, 1999.

GRUNDY, S.M., & DENKE, M.A. Dietary influences on serum lipids and lipoproteins. *Journal of lipid research*, v.31 (7), p.1149-1172, 1990. [https://doi.org/10.1016/S0022-2275\(20\)42625-2](https://doi.org/10.1016/S0022-2275(20)42625-2)

HARNACK, K., ANDERSEN, G., & SOMOZA, V. Quantitation of alpha-linolenic acid elongation to eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid as affected by the ratio of n6/n3 fatty acids. *Nutrition & metabolism*, v.6(1), p.1-11, 2009. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-6-8>

JENKINS, T.C., WALLACE, R.J., MOATE, P.J., & MOSLEY, E.E. Board-invited review: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. *Journal of animal science*, v.86(2), p.397-412, 2008. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0588>

JORGE, J.R.V., ZEOULA, L.M., PRADO, I.N., SILVA, R.R., ANDRADE, R.V., MACEDO, L.M.A., ... & MARQUES, J.A. Protected fat and performance, carcass and meat chemical composition in Holstein Friesian steers. *Archivos de Zootecnia*, v.58(223), p.371-382, 2009.

KIM E.J, HUWS A.S, LEE MRF, SCOLLAN N.D. Dietary Transformation of Lipid in the Rumen Microbial Ecosystem. *J Anim Sci.*; v.22(9), p.1341-50, 2009. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2009.r.11>

LAMBERTUCCI, D. M.; GOES, R. H.T. B.; MANCIO, A. B.; MISTURA, C.; CECON, P. R. Características de carcaça e composição centesimal do músculo *Longissimus* de diferentes grupos genéticos terminados a pasto. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9 (16), p.544-557, 2013.

LIU, Y., KONG, X., JIANG, G., DENG, J., YANG, X., LI, F., ... & YIN, Y. Effects of dietary protein/energy ratio on growth performance, carcass trait, meat quality, and plasma metabolites in pigs of different genotypes. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, v.6(1), p.1-10, 2015. <https://doi.org/10.1186/s40104-015-0036-x>

LOPES, L.S., LADEIRA, M.M., MACHADO NETO, O.R., PAULINO, P.V.R., CHIZZOTTI, M.L., RAMOS, E.M., & OLIVEIRA, D.M.D. Characteristics of carcass and commercial meat cuts from Red Norte and Nellore young bulls finished in feedlot. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41(4), p.970-977, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000400020>

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: R Vieira Gráfica e Editora, 2000. 134p.

LUDKE, M.D.C.M.M., & LÓPEZ, J. Colesterol e composição dos ácidos graxos nas dietas para humanos e na carcaça suína. *Ciência Rural*, v.29(1), p.181-187, 1999. <https://doi.org/10.1590/S0103-84781999000100033>

MACHADO, P.A.S., VALADARES FILHO, S.C., VALADARES, R.F.D., PAULINO, M. F., PAULINO, P.V.R., & MARCONDES, M.I. Performance, energy and protein requirements of beef cattle grazing supplemented. *Arquivo Brasileiro de Medicina*

*Veterinária e Zootecnia*, v.64(3), p.683-692, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000300021>

MAIA, M.R., CHAUDHARY, L.C., BESTWICK, C.S., RICHARDSON, A.J., MCKAIN, N., LARSON, T.R., ... & WALLACE, R.J. Toxicity of unsaturated fatty acids to the biohydrogenating ruminal bacterium, *Butyrivibrio fibrisolvens*. *BMC microbiology*, v.10(1), p.52, 2010. <https://doi.org/10.1186/1471-2180-10-52>

MALAU-ADULI, A.E.O., SIEBERT, B.D., BOTTEMA, C.D.K., & PITCHFORD, W.S. A comparison of the fatty acid composition of triacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.48(5), p.715-722, 1997. <http://dx.doi.org/10.1071/A96083>

MANSBRIDGE, R.J.; BLAKE, J.S. Nutritional factors affecting the fatty acid composition of bovine milk. *British Journal of Nutrition*, v.78 (1), p.S37-S47, 1997. <https://doi.org/10.1079/BJN19970133>

MENDES, F.B.L. (2013). Níveis de suplementação em dietas de novilhos terminados em pastagens. Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

MENENDEZ, J.A., VELLON, L., COLOMER, R., & LUPU, R. Oleic acid, the main monounsaturated fatty acid of olive oil, suppresses Her-2/neu (erbB-2) expression and synergistically enhances the growth inhibitory effects of trastuzumab (Herceptin™) in breast cancer cells with Her-2/neu oncogene amplification. *Annals of oncology*, v.16(3), p.359-371, 2005. <https://doi.org/10.1093/annonc/mdi090>

MENEZES, L.F.G., RESTLE, J., KOZLOSKI, G.V., BRONDANI, I.L., ARBOITTE, M.Z., SILVEIRA, M.F., & NÖRNBERG, J.L. Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos superjovens da raça Devon, terminados sob diferentes sistemas de alimentação. *Semina: Ciências Agrárias*, v.35(6), p.3273-3285, 2014. DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n6p3273

MENEZES, L.F.G.D., RESTLE, J., BRONDANI, I.L., SILVEIRA, M.F.D., FREITAS, L.D.S., & PIZZUTI, L. Â.D. Características da carcaça e da carne de novilhos superjovens da raça Devon terminados em diferentes sistemas de alimentação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39(3), p.667-676, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000300028>

MIR, P.S.; IVAN, M.; HE, M. L.; PINK, B.; OKINE, E.; GOONEWARDENE, L.; McALLISTER, T.A.; WESELAKE, R.; MIR, Z. Dietary manipulation to increase conjugated linoleic acids and other desirable fatty acids in beef: a review. *Canadian Journal of Animal Science*, Ottawa, v. 83, n. 4, p. 673-685, 2003. <https://doi.org/10.4141/A03-002>

MOREIRA, F. B., SOUZA, N. E. D., MATSUSHITA, M., PRADO, I. N. D., & NASCIMENTO, W. G. D. Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred steers finished in pasture systems. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.46(4), p.609-616, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132003000400016>.

MOREIRA, P.S.A., DE ARAUJO BERBER, R.C., LOURENÇO, F.J., DE ROSSI BELUFI, P., & KONRAD, M. Effect of sex and maturity on the hot carcass weight, conformation and finish of cattle slaughtered in Sinop, Mato Grosso State, Brazil/Efeito do sexo e da maturidade sobre o peso de carcaca quente, acabamento e conformando de bovinos abatidos em Sinop-MT. *Comunicata Scientiae*, v.3(4), p.292-299, 2012. <https://doi.org/10.14295/cs.v3i4.113>

MÜLLER, L. **Normas para a avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos**. 2.ed. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1987. 31p.

NUERNBERG K, DANNENBERGER D, NUERNBERG G, ENDER K, VOIGT J, SCOLLAN N.D, WOOD J.D, NUTE G.R, RICHARDSON R.I. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. *Livest Prod Sci.*, v.94(1-2), p.137-47, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.11.036>

PACHECO, P.S., RESTLE, J., SILVA, J.H.S.D., BRONDANI, I.L., PASCOAL, L.L., ALVES FILHO, D.C., ... & FREITAS, A.K.D. Carcass physical composition and meat quality of steers and young steers of different genetic groups. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34(5), p.1691-1703, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000500031>

PICARD, B., & GAGAOUA, M. Muscle fiber properties in cattle and their relationships with meat qualities: An overview. *Journal of agricultural and food chemistry*, v.68(22), p.6021-6039, 2020. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c02086>

PIGHIN, D., PAZOS, A., CHAMORRO, V., PASCHETTA, F., CUNZOLO, S., GODOY, F., ... & GRIGIONI, G. A contribution of beef to human health: a review of the role of the animal production systems. *The Scientific World Journal*, v.2016, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/8681491>

PIRES, I.S.C., ROSADO, G.P., COSTA, N.M.B., MONTEIRO, J.B.R., OLIVEIRA, R.S., JAEGER, S.M.P. L., & MOURÃO, D.M. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos da carne de novilho precoce alimentado com lipídios protegidos. *Food Science and Technology*, v.28, p.178-183, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000500028>

POLIZEL NETO, A., JORGE, A.M., MOREIRA, P.S.A., GOMES, H.F.B., PINHEIRO, R.S. B., & ANDRADE, E.N. Co-relations among ultrasound measurements and on carcass of the steers finished on pasture. *Revista Brasileira de Saude e Producao Animal*, v.10(1), p.137-145, 2009.

RAMOS-MORALES, E., & WALLACE, R.J. (2010). The role of microbes in rumen lipolysis and biohydrogenation and their manipulation. *Animal*; v.4 (7), p.1008–23, 2010. <https://doi.org/10.1017/S175173111000042X>

REALINI, C.E., DUCKETT, 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(3), p.567-577, 2004. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00160-8](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00160-8)

REIS, R.C.D. **Nutritional quality of meat of nelore and 1/2 angus-nelore steers finished in feedlot or on pasture with supplementation.** 2017, 96p. Dissertação (Doutorado em Ciencia Animal). Universidade Federal de Goiás– UFG, Goiânia.

RESTLE, J., DA SILVEIRA KEPLIN, L.A., & VAZ, F.N. Características quantitativas da carcaça de novilhos Charolês, abatidos com diferentes pesos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.32(8), p.851-856, 1997.

RESTLE, J., VAZ, F.N., QUADROS, A.R.B.D., & MÜLLER, L. Carcass and meat characteristics from steers of different of Hereford x Nelore genotypes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28(6), p.1245-1251, 1999. <https://doi.org/10.1590/S1516-35981999000600011>

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(5), p.1127-1134, 2010.

RULE, D.C., MACNEIL, M.D., & SHORT, R.E. Influence of sire growth potential, time on feed, and growing-finishing strategy on cholesterol and fatty acids of the ground carcass and longissimus muscle of beef steers. *Journal of Animal Science*, v.75(6), p.1525-1533, 1997. <https://doi.org/10.2527/1997.7561525x>

SALDANHA, T.; MAZALLI, M.R.; BRAGAGNOLO, N. Avaliação comparativa entre Dois métodos para determinação do colesterol em carnes e leite. *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas*, v.24(1), p.109-113, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612004000100020>

SANTOS-SILVA, J., BESSA, R.J.B., & SANTOS-SILVA, F.J.L.P.S. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: II. Fatty acid composition of meat. *Livestock Production Science*, v.77(2-3), p.187-194, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00059-3](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00059-3)

SCHAITZ, L.H.. **Estratégias para minimização do uso de suplementos na recria de bovinos à pasto.** 2018. 81 p. . Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga.

SCHWINGSHACKL, L.; HOFFMANN, G. Monounsaturated fatty acids and risk of cardiovascular disease: synopsis of the evidence available from systematic reviews and meta-analyses. *Nutrients*, v.4, p.1989-2007, 2012. <https://doi.org/10.3390/nu4121989>

SILVA, R.M.D., RESTLE, J., BILEGO, U.O., MISSIO, R.L., PACHECO, P.S., & PRADO, C.S. Características físico-químicas da carne de tourinhos zebuínos e europeus alimentados com níveis de grão de milheto na dieta. *Ciência Animal Brasileira*, v.15(1), p.20-31, 2014a. <https://doi.org/10.5216/cab.v15i1.25777>

SILVA, R.M.D., RESTLE, J., MISSIO, R.L., LAGE, M.E., PACHECO, P.S., BILEGO, U.O., ... & FAUSTO, D.A. Fatty acid profile of meat from European and Zebu bulls fed with pearl millet. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.49(1), p.63-70, 2014b. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2014000100009>

SIMOPOULOS, A.P. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental biology and medicine*, v.233(6), p.674-688, 2008. <https://doi.org/10.3181/0711-MR-311>

SMITH, W.L. Nutritionally essential fatty acids and biologically indispensable cyclooxygenases. *Trends in biochemical sciences*, v.33(1), p.27-37, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.tibs.2007.09.013>

TORAL, P.G., MONAHAN, F.J., HERVÁS, G., FRUTOS, P., & MOLONEY, A.P. Modulating ruminal lipid metabolism to improve the fatty acid composition of meat and milk. *Challenges and opportunities. animal*, v.12(2), p.272-281, 2018. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001994>

ULBRICHT, T.L.V. & SOUTHGATE, D.A.T. Coronary heart disease: seven dietary factors. *The Lancet*, v. 338, n. 8773, p. 985-92, 1991. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(91\)91846-M](https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-M)

VISENTAINER, J.V. & FRANCO, M.R.B. **Ácidos Graxos em óleos e gorduras: identificação e quantificação.** São Paulo: Varela, 2006.

WOOD, J.D., ENSER, M., FISHER, A.V., NUTE, G.R., SHEARD, P.R., RICHARDSON, R.I., ... & WHITTINGTON, F.M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat science*, v.78(4), p.343-358, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.019>