



**CORRELAÇÃO ENTRE O CONSUMO E A DEPOSIÇÃO
DE ÁCIDOS GRAXOS NO MÚSCULO *LONGISSIMUS*
DORSI DE NOVILHOS SUPLEMENTADOS EM
PASTAGENS**

Angélica Francelina Sampaio

2023



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

**CORRELAÇÃO ENTRE O CONSUMO E A DEPOSIÇÃO
DE ÁCIDOS GRAXOS NO MÚSCULO *LONGISSIMUS*
DORSI DE NOVILHOS SUPLEMENTADOS EM
PASTAGENS**

Autor: Angélica Francelina Sampaio
Orientador: Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Março de 2023

ANGÉLICA FRANCELINA SAMPAIO

**CORRELAÇÃO ENTRE O CONSUMO E A DEPOSIÇÃO DE
ÁCIDOS GRAXOS NO MÚSCULO *LONGISSIMUS DORSI* DE
NOVILHOS SUPLEMENTADOS EM PASTAGENS**

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-orientador: Dra. Ana Paula Gomes da Silva

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Março de 2023

Ficha Catalográfica Preparada pela Biblioteca da UESB, Campus de Itapetinga

636.085 Sampaio, Angélica Francelina.

S181c Correlação entre o consumo e a deposição de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos suplementados em pastagens. / Angélica Francelina Sampaio. - Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2023.

51fl.

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. Área de Concentração em Produção de Ruminantes. Sob a orientação do Prof. D. Sc. Robério Rodrigues Silva.

1. Novilhos – Suplementação em pastejo. 2. Novilhos mestiços – Desempenho - Ácidos graxos. 3. Carne bovina - Perfil de ácidos graxos. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Silva, Robério Rodrigues. III. Título.

CDD(21): 636.085

Catlogação na fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB/5-535

Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para Desdobramento por Assunto:

1. Bovinocultura de corte – Suplementação em pastejo
2. Bovinos - Suplementação em pastejo - Qualidade da carne
3. Ácidos graxos - Músculo *Longissimus dorsi* bovino

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

Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

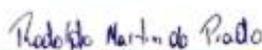
Título: "Correlação entre o consumo e a deposição de ácidos graxos no músculo Longissimus dorsi de novilhos suplementados em pastagens".

Autor (a): Angélica Francelina Sampaio
Orientador (a): Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva
Coorientador (a): Dra. Ana Paula Gomes da Silva

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
Orientador



Prof. Dr. Rodolpho Martin do Prado - Université Laval



Drª. Laize Vieira Santos - PNP/UESB

Data de realização: 03 de março de 2023.

“O SENHOR lutará por vocês; tão somente acalmem-se”.

Êxodo 14:14

*A Deus, pelo dom da vida,
Aos meus queridos pais e padrinhos,
À minha filha,
Ao meu esposo,
Aos meus irmãos e sobrinhos,
Ao meu orientador
E a todos os meus amigos,*

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom único da vida e por colocar pessoas do bem no meu caminho, pessoas estas essenciais, sem as quais não seria possível ter chegado até aqui.

Aos meus pais, Jacob e Margarida, por sempre acreditarem em mim, me apoiarem e me conduzirem pelo caminho do bem.

A Fabrício e Anna Júlia, por terem me mostrado o quanto a vida é boa, por todo apoio, carinho, paciência, companheirismo, dedicação e amor.

A todos os meus familiares, irmãos, sobrinhos, minha avô, tios e primos pela torcida de sempre.

Ao meu estimado orientador Robério Rodrigues Silva pela paciência, atenção, disponibilidade e por compreender meus momentos de ansiedade e falha. Serei ETERNAMENTE grata por tudo que tem feito por mim.

À Ana Paula pelo auxílio na escrita. Minha sincera gratidão.

Aos membros da banca: Dra. Laize Vieira Santos e Dr. Rodolpho Martin do Prado, pela disponibilidade e auxílio no aperfeiçoamento do meu trabalho.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e aos mestres pela excelente capacitação profissional.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

A todos os amigos que estiveram presentes na busca por essa conquista.

De todo meu coração, **AGRADEÇO A TODOS.**

BIOGRAFIA

ANGÉLICA FRANCELINA SAMPAIO, filha de Margarida Francelina Sampaio e Jacob Sampaio Neto, nasceu na cidade de Várzea do Poço, Bahia, no dia 15 de junho de 1995. Em agosto de 2015 iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Estadual do Piauí, finalizando o mesmo em fevereiro de 2020.

Em agosto de 2020, foi aprovada na seleção de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Em setembro de 2020, iniciou o curso de Pós-Graduação em Zootecnia – Mestrado em Zootecnia, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, sob a orientação do Professor Robério Rodrigues Silva, realizando estudos na área de concentração em Produção de Ruminantes.

Em março de 2023, defendeu a presente dissertação.

SUMÁRIO

| | Página |
|--|--------|
| I REFERENCIAL TEÓRICO..... | 13 |
| 1 Introdução | 13 |
| 1.1 <i>Composição centesimal da carne</i> | 14 |
| 1.2 <i>Metabolismo lipídico em ruminantes</i> | 15 |
| 1.2.1 <i>Lipólise</i> | 16 |
| 1.2.2 <i>Biohidrogenação</i> | 16 |
| 1.3 <i>Formação de ácidos graxos na carne bovina</i> | 18 |
| 1.4 <i>Perfil de ácidos graxos da carne bovina</i> | 20 |
| 1.4.1 <i>Ácidos graxos saturados</i> | 20 |
| 1.4.2 <i>Ácidos graxos monoinsaturados</i> | 21 |
| 1.4.3 <i>Ácidos graxos polinsaturados</i> | 21 |
| 1.5 <i>Ômega - 3 e ômega - 6</i> | 22 |
| 1.6 <i>Suplementação de bovinos em pastejo e efeitos da alimentação sobre a composição de ácidos graxos da carne</i> | 23 |
| II OBJETIVOS | 27 |
| 2.1 <i>Objetivo geral</i> | 27 |
| 2.2 <i>Objetivos específicos</i> | 27 |
| III MATERIAL E MÉTODOS | 28 |
| 3.1 <i>Descrição experimental</i> | 28 |
| 3.2 <i>Animais, tratamento, manejo e dietas</i> | 28 |
| 3.3 <i>Avaliação da forragem</i> | 29 |
| 3.4 <i>Consumo, digestibilidade e desempenho</i> | 31 |
| 3.5 <i>Análises e composição química da forragem, suplementos concentrados e dieta total</i> | 33 |
| 3.6 <i>Avaliação do perfil de ácidos graxos do músculo Longissimus dorsi</i> | 35 |
| 3.7 <i>Análise estatística</i> | 39 |
| IV RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 41 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| V CONCLUSÃO | 50 |
| VI REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 51 |

LISTA DE FIGURAS

| | Página |
|--|--------|
| Figura 1. Processo de biohidrogenação ruminal dos ácidos linolênico e linoleico | 17 |
| Figura 2. Estrutura do ácido oleico, ácido linoleico e ácido α -linolênico | 22 |

LISTA DE TABELAS

| | Página |
|--|--------|
| Tabela 1. Proporção dos ingredientes nos concentrados (%) na base da matéria seca (MS), e composição química dos suplementos e pasto oferecido..... | 29 |
| Tabela 2. Ingestão médias diárias de nutrientes por novilhos mestiços recebendo suplementação com níveis crescente de concentrado na dieta | 32 |
| Tabela 3. Composição química dos suplementos e pasto oferecido novilhos mestiços em fase de terminação suplementados em pastagens | 34 |
| Tabela 4. Composição da dieta total consumida por novilhos mestiços em fase de terminação suplementados em pastagens | 35 |
| Tabela 5. Composição em ácidos graxos (%) dos suplementos e da <i>Brachiaria brizantha</i> | 36 |
| Tabela 6. Perfil de ácidos graxos da dieta consumida por novilhos mestiços suplementados em pastagens | 37 |
| Tabela 7. Composição em ácidos graxos do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhos mestiços suplementados em pastagens | 39 |
| Tabela 8. Correlação entre os ácidos graxos saturados da dieta com os ácidos graxos no músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhos mestiços suplementados em pastagens..... | 41 |
| Tabela 9. Correlação entre os ácidos graxos monoinsaturados da dieta com os ácidos graxos no músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhos mestiços suplementados em pastagens | 44 |
| Tabela 10. Correlação entre os ácidos graxos polinsaturados da dieta com os ácidos graxos no músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhos mestiços suplementados em pastagens | 45 |
| Tabela 11. Correlação entre os ácidos graxos n-6, n-3 e a relação n-6: n-3 da dieta com os ácidos graxos no músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhos mestiços suplementados em pastagens..... | 47 |

| | |
|--|-----------|
| Tabela 12. Correlação entre o somatório dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e polinsaturados da dieta com os ácidos graxos no músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhos mestiços suplementados em pastagens | 48 |
|--|-----------|

RESUMO

SAMPAIO, Angélica Francelina **Correlação entre o consumo e a deposição de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos suplementados em pastagens.** Itapetinga, BA: UESB, 2023. 50 p. (Mestrado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).*

Objetivou-se estudar as correlações entre consumo e deposição de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos nelore suplementados em pastagens. O experimento a campo foi conduzido na Fazenda Princesa do Mateiro, localizada na região Sudoeste do Estado da Bahia. O período experimental compreendeu um total de 102 dias, sendo os primeiros 14 dias destinados à adaptação dos animais ao manejo e as dietas experimentais e os 88 dias para coleta dos dados. Foram utilizados 32 novilhos mestiços em fase de terminação, com peso inicial médio de $420 \pm 7,54$ kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e oito repetições por tratamento. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de oferta de concentrado (0,2; 0,4; 0,6; e 0,8% do peso corporal), formulado com níveis decrescentes de proteína bruta (500 g; 250 g; 166,6 g e 125,0 g por kg de concentrado). Os ácidos graxos monoinsaturados totais (AGMIT) da dieta, apresentaram correlações positivas com os ácidos C17:0, C14:1, C17:1, C15:1 e C18:3 n-3 e correlação negativa com a razão n-6/n-3. Os ácidos graxos saturados totais (AGST) da dieta apresentaram correlação negativa com os ácidos graxos C15:1, C17:0, C17:1 e correlação positiva com a razão n-6/n-3. Os ácidos graxos polinsaturados totais (AGPIT) apresentou correlações negativas com os ácidos C17:0, C17:1, C18:3 n 3 e positiva com a relação n-6/n-3. Os ácidos graxos presentes nas dietas apresentaram correlações com a maioria dos ácidos graxos depositados no músculo *Longissimus dorsi*. Houve aumento na deposição dos ácidos graxos monoinsaturados totais e redução da razão entre os ácidos graxos da série n-6 e os da série n-3.

Palavras chave: bovinos, pastejo, perfil de ácidos graxos, qualidade da carne

* Orientador: Robério Rodrigues Silva, D.Sc., UESB e Co-orientador: Ana Paula Gomes da Silva, Dra., UESB

ABSTRACT

SAMPAIO, Angélica Francelina **Correlation between consumption and deposition of fatty acids in the *Longissimus dorsi* muscle of steers supplemented on pasture.** Itapetinga, BA: UESB, 2023. 50 p. Dissertation (Master in Animal Science, Concentration Area in Ruminant Production).*

The objective was to study the correlations between intake and deposition of fatty acids in the *Longissimus dorsi* muscle of Nellore steers supplemented on pasture. The field experiment was conducted at Fazenda Princesa do Mateiro, located in the Southwest region of the State of Bahia. The experimental period comprised a total of 102 days, with the first 14 days dedicated to adapting the animals to the handling and experimental diets and the 88 days for data collection. Thirty-two crossbred steers in the finishing phase were used, with an average initial weight of 420 ± 7.54 kg, distributed in a completely randomized design, with four treatments and eight repetitions per treatment. Treatments consisted of four levels of concentrate supply (0.2; 0.4; 0.6; and 0.8% of body weight), formulated with decreasing levels of crude protein (500 g; 250 g; 166.6 g and 125.0 g per kg of concentrate). The total monounsaturated fatty acids (AGMIT) in the diet showed positive correlations with the C17:0, C14:1, C17:1, C15:1 and C18:3 n-3 acids and a negative correlation with the n-6/n ratio -3. Dietary total saturated fatty acids (TSFA) showed a negative correlation with C15:1, C17:0, C17:1 fatty acids and a positive correlation with the n-6/n-3 ratio. Total polyunsaturated fatty acids (AGPIT) showed negative correlations with C17:0, C17:1, C18:3 n 3 and positive correlations with the n-6/n-3 ratio. The fatty acids present in the diets correlated with most of the fatty acids deposited in the *Longissimus dorsi* muscle. There was an increase in the deposition of total monounsaturated fatty acids and a reduction in the ratio between n-6 and n-3 series fatty acids.

Keywords: cattle, grazing, fatty acid profile, meat quality

* Orientador: Robério Rodrigues Silva, D.Sc., UESB e Co-orientador: Ana Paula Gomes da Silva, Dra., UESB

I REFERENCIAL TEÓRICO

1 Introdução

O Brasil é o país que detêm o segundo maior rebanho comercial e é o maior exportador de carne de bovinos do mundo, com aproximadamente 196,47 milhões de cabeças e produção de 9,7 milhões de toneladas de equivalente carcaça (TEC). Desse total, 25,51% foi exportada e 74,49% foi destinada ao mercado interno, responsável por um consumo per capita de 34,3 kg/ano (ABIEC, 2022).

O alto potencial para a produção de carne bovina brasileira, se deve a sua vasta extensão territorial. Desta forma, 82,81% dos animais abatidos, são oriundos da produção em pastagens, em que as forrageiras tropicais representam o principal recurso alimentar, fornecendo de forma econômica, carboidratos fibrosos que são indispensáveis para proporcionar o desenvolvimento dos animais em suas diferentes fases de crescimento (Paulino et al., 2008; ABIEC, 2022).

Em sistemas pecuários de ciclo curto, produzir carne em quantidade suficiente e de qualidade, utilizando-se pastagens tropicais de forma exclusiva, raramente são alcançadas. Isso ocorre devido as restrições nutricionais das forrageiras tanto no período seco, quanto no período das águas, que podem limitar o consumo de matéria seca, a digestibilidade ou a metabolizabilidade dos substratos absorvidos (Detmann et al., 2014a).

Buscando alavancar a eficiência produtiva do rebanho, algumas estratégias são adotadas por pecuaristas de todo o país, merecendo destaque a suplementação com alimentos concentrados, visando complementar os déficits nutricionais e contribuir para maior aproveitamento do banco de energia latente presente nas pastagens, além da obtenção de uma carcaça mais acabada com quantidade de músculo e deposição de gordura exigida pelo mercado consumidor (Rocha et al., 2019). Diversos autores relatam que alterações na estratégia de alimentação, seja em animais criados a pasto ou alimentação com grãos, podem interferir na quantidade e qualidade da gordura na carcaça e na carne de bovinos (Geay et al., 2001; Hwang & Joo, 2017; Van Elswyk & McNeill,

2014). Atrelado a isso, nas últimas décadas, houve uma crescente preocupação dos órgãos de saúde pública e do consumidor que tem se tornado mais esclarecido e exigente quanto ao consumo excessivo de gorduras e o impacto que terão em sua saúde.

Essa mudança de hábito de consumo, hoje conta com uma difusão mais acelerada das informações pelas mídias, podendo se verificar que há uma grande pressão contra os produtos de origem animal, em particular a carne bovina. Essas informações desvinculadas a ciência, afetam diretamente as cadeias produtivas, exigindo sua reestruturação, a fim de atender às diferentes expectativas dos consumidores, que associam uma alimentação saudável, àquela baseada em alimentos com baixo teor de gordura, principalmente a gordura saturada, que é responsável pelo desenvolvimento de doenças crônicas, como doenças cardiovasculares, obesidade e câncer (Zawadzki et al., 2021).

Desta forma, a agregação de valor e a busca de qualidade, passaram a ser questões de sobrevivência e crescimento para os produtores de carne, sendo necessário, a realização de pesquisas voltadas para a área de nutrição animal, com o objetivo de verificar as correlações entre o consumo de alimentos e a deposição de ácidos graxos na carne de bovinos, com vista a diminuir o teor de ácidos graxos saturados, aumentar os ácidos graxos insaturados e o atendimento das exigências do mercado consumidor.

1.1 Composição centesimal da carne

Os componentes centesimais da carne são influenciados por fatores genéticos, sexo, idade, condições de manejo e tipo e função do músculo analisado (Gomide et al., 2013). A carne é constituída por água, minerais, proteínas e gorduras e, à medida que a idade animal avança, ocorre um incremento no teor de gordura, redução de água e proteína no corpo, já em animais jovens, o corpo normalmente é rico em água e proteínas (Santos et al., 2008).

Em termos centesimais, uma carne magra contém cerca de 70% de umidade, 20% de proteína, 9% de gordura, 1% de minerais e menos de 1% de carboidratos. Traços de vitaminas são encontrados, especialmente as do complexo B (Olivo & Olivo, 2005).

O principal e mais abundante constituinte da carne, é a umidade, a qual influencia na qualidade, afetando a suculência, textura, cor e sabor. A porcentagem de água constituinte é constante de um músculo para outro no mesmo animal e mesmo entre espécies (Lawrie, 2005) e por ser considerada o meio universal das reações biológicas,

sua presença interfere diretamente as reações que ocorrem na carne durante o armazenamento e processamento (Roça, 2000).

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 consequentemente diminui o teor de água da carne e também pode variar de acordo com a idade em que, normalmente os animais jovens possuem menor teor de gordura, maior quantidade de músculos e maior porcentagem de umidade (Dos Santos et al., 2008; Pires et al., 2008).

Depois da água, as proteínas são os componentes mais abundante na carne, apresentando quantidades representativas de aminoácidos essenciais requeridos para o desenvolvimento humano (Ordonez, 2005). A carne bovina, em particular, contém proteínas de alto valor, incluindo todos os oito aminoácidos essenciais exigidos por adultos e todos os nove aminoácidos exigidos por crianças (Wyness, 2011).

O fósforo, potássio, sódio e magnésio são os minerais presentes em maior proporção na carne bovina. Além desses, o ferro, destaca-se por ser absorvido de 3 a 5 vezes mais rapidamente quando comparado com o obtido em alimentos de origem vegetal (Lawrie, 2005; Pighin et al., 2016).

Dentre os componentes nutricionais supramencionados da carne, a gordura é a que mais varia, ao se analisar fatores intrínsecos e extrínsecos ao animal, estando relacionado ao grau de acabamento da carcaça, sendo este um parâmetro muito importante tanto para a indústria, quanto para os consumidores na atualidade, isto por que, teor de gordura 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, por conter substâncias lipídicas como: fosfolipídios, colesterol, ácidos graxos saturados e outros componentes celulares, que não são benéficos à saúde (Pighin et al., 2016; Amaral et al., 2018).

1.2 Metabolismo lipídico em ruminantes

Os microrganismos presentes no rúmen, são responsáveis por desempenhar um papel essencial para o metabolismo de lipídeos, visto os processos que ocorrem, como a lipólise, a biohidrogenação e a síntese do novo de ácidos graxos (Jenkins, 1994; Sainz & Hasting, 2000; Wood et al., 2008).

A fração lipídica dos alimentos que são ingeridos pelo ruminante a partir da dieta, seja em confinamento ou a pasto, são hidrolisados, liberando, entre outros, glicerol, galactose e ácidos graxos de cadeia longa, saturados e insaturados. Os ácidos graxos insaturados liberados são transformados posteriormente em duas etapas; isomerização e 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 & Bessa, 2014).

1.2.1 Lipólise

A lipólise é o primeiro processo da transformação dos lipídios e um pré-requisito para que ocorra a biohidrogenação, sendo caracterizada pela hidrólise das ligações éster pelas enzimas lipolíticas (lipases) microbianas, resultando em ácidos graxos 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 propionato (Berchielli, 2011; Jenkins, 1994). Este primeiro processo acontece aproximadamente com 85% dos lipídios da dieta. Vários fatores podem diminuir esse percentual, por exemplo: o nível de lipídios na dieta, baixo pH ruminal, qualidade do volumoso, teor de proteína e o tamanho da partícula do alimento no rúmen (Bauchart, 1993; Beam et al., 2000; Looor et al., 2004).

1.2.2 Biohidrogenação

A biohidrogenação é o segundo processo no metabolismo dos lipídeos, realizado pelos microrganismos ruminais, (Scollan et al., 2006), sendo caracterizado pela adição de um íon hidrogênio em uma dupla ligação, convertendo ácidos graxos insaturados em seus saturados respectivos (Holanda et al., 2011). Segundo Berchielli, (2011), esse processo ocorre devido aos ácidos graxos insaturados serem tóxicos à microbiota ruminal, sendo que os mais suscetíveis são as bactérias Gram positivas, metanogênicas e protozoários.

A toxicidade é relacionada a natureza anfifílica dos ácidos graxos que são solúveis tanto em solventes orgânicos quanto em água. Tais ácidos, incluem ácidos graxos de cadeia média (de 10 a 14 carbonos) e ácidos graxos insaturados de cadeia longa, os quais provocam o rompimento da membrana celular microbiana e prejudicam a função celular e a atividade das enzimas hidrolíticas bacterianas, por serem quimicamente instáveis e

incapazes de passar por membranas bacterianas. Assim, para permitir a degradação dos lipídios no rúmen, os ácidos graxos insaturados são hidrogenados pelas enzimas hidrogenases (Nelson et al., 2008).

É atribuído que a bactéria *Butyrivibrio fibrisolvens*, seja a maior responsável pelo processo de biohidrogenação, no entanto, têm sido reportados na literatura vários gêneros de bactérias com alguma capacidade de isomerizar e hidrogenar os ácidos graxos insaturados, entre elas *Butyrivibrio*, *Ruminococcus*, *Eggerthella*, *Borrelia*, *Propionibacterium*, *Treponema*, *Bacteroides*, *Megasphaera*, *Clostridium* e *Lactobacillus* (Escobar et al., 2016).

Os ácidos graxos provenientes da dieta são hidrolisados e, em seguida, os polinsaturados são rapidamente hidrogenados pelos microrganismos do rúmen, resultando na produção de ácidos graxos saturados (principalmente ácido esteárico; C18:0). Esta é uma das principais razões pela alta natureza saturada dos lipídeos nos produtos de animais ruminantes. O processo não é completo, cerca de 70 a 90% dos ácidos graxos insaturados são hidrogenados e a pequena fração remanescente é incorporada aos lipídios bacterianos, tornando-se uma fonte de ácidos graxos essenciais e insaturados para o ruminante, quando absorvido no intestino delgado (Kozloski, 2011).

O processo de biohidrogenação ruminal é bem descrito para o ácido linoleico e parcialmente conhecido para o linolênico (Figura 1)

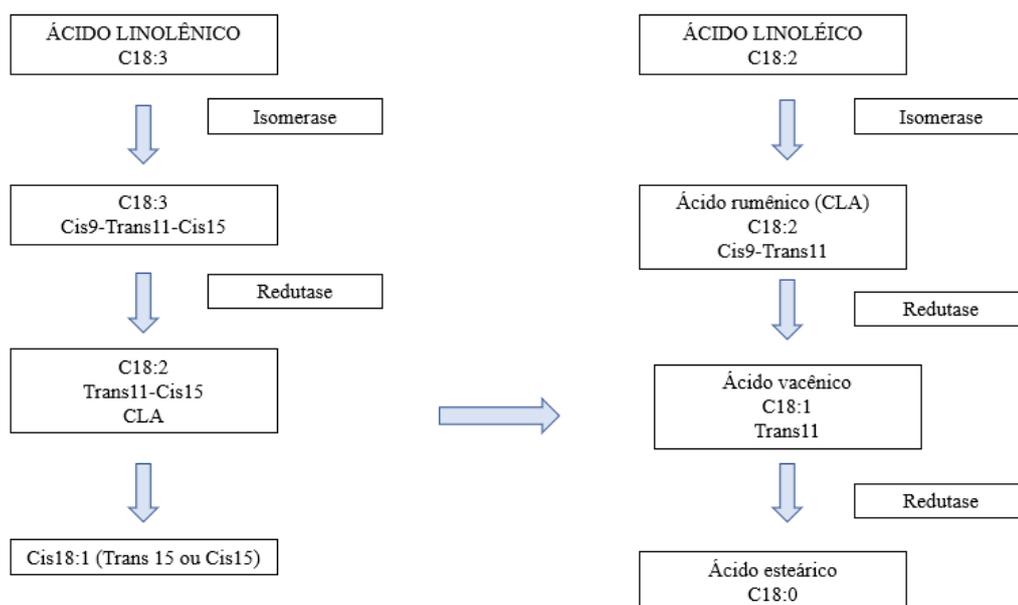


Figura 1. Processo de biohidrogenação ruminal dos ácidos linolênico e linoléico

Tomando o primeiro como exemplo, no ácido linoleico (C18:2-cis9-cis12) ocorre a isomerização da dupla ligação cis-12, formando as duplas ligações conjugadas, contendo a ligação trans-1, passando inicialmente a rumênico (C18:2-cis9-trans-11). Durante esse processo, alguns isômeros do ácido linoleico conjugado (CLA) são formados, sendo o mais abundante o cis-9, trans-11.

Em seguida ocorre a redução da ligação cis, com formação do ácido vacênico (C18:1-trans-11). A última etapa no processo de biohidrogenação é a redução final do ácido vacênico até o ácido esteárico (C18:0). Esses ácidos graxos são absorvidos pelos animais e alcançam os tecidos. Pela ação da enzima Delta-9-desaturase nos tecidos, o ácido esteárico pode ser transformado em ácido oleico (C18:1-cis9) e o ácido vacênico pode ser transformado em ácido rumênico (Lourenço et al., 2010).

O processo de biohidrogenação depende de substratos para a sua ocorrência, sendo o ácido linolênico o principal substrato de ácidos graxos para biohidrogenação em animais a pasto, já que esse é o ácido graxo mais abundante, presente em glicolipídios e fosfolipídios de gramíneas e outras forragens. No entanto, os alimentos concentrados possuem maiores teores de ácido linoleico, o que o torna o principal substrato para a biohidrogenação nos animais que recebem essa dieta (Lourenço et al., 2010).

Glasser et al. (2008) conduziram uma análise de digestão de ácidos graxos no rúmen com 294 tratamentos e destacaram que os fatores que mais influenciaram a biohidrogenação em termos quantitativos e qualitativos foram: pH ruminal, relação volumoso:concentrado e nível de consumo. Para Kozloski (2011), o aumento da proporção de concentrado na dieta, diminui as taxas de lipólise e biohidrogenação, assim como modifica o perfil dos intermediários desse processo, aumentando a proporção de ácidos graxos insaturados do grupo trans-10. Essas modificações devem-se provavelmente a efeitos conjugados de queda do pH e alteração da composição das espécies bacterianas ruminais.

1.3 Formação de ácidos graxos na carne bovina

Muitos dos ácidos carboxílicos foram inicialmente isolados de fontes naturais, principalmente de gorduras e, por isso, foram denominados de ácidos graxos. Os ácidos graxos, são ácidos carboxílicos, geralmente monocarboxílicos, que podem ser representados pela forma RCO₂H. Na maioria das vezes, o grupamento 'R' é uma cadeia carbônica longa, não ramificada, com número par de átomos de carbono, essas cadeias

podem ser saturadas (AGS), quando não apresentam dupla ligação ou insaturadas (AGI), quando apresentam pelo menos uma dupla ligação. Os insaturados ainda são subdivididos em monoinsaturados (AGMI) com uma dupla ligação e polinsaturados (AGPI), possuindo mais do que uma dupla ligação e altamente insaturados quando apresentam cinco ou seis duplas ligações (Godber, 1994).

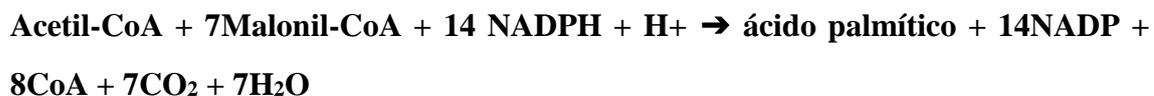
Pelo sistema de nomenclatura oficial, nos ácidos graxos saturados, a terminação “o” do hidrocarboneto (18 carbonos: octadecano) é substituída por “oico” (octadecanoico), enquanto que em ácidos graxos insaturados, a designação “anoico” é modificada para “enoico”, indicando a presença de uma dupla ligação (octadecenoico) (Damodaran et al., 2010).

O sistema de abreviação numérica também pode ser utilizado. O ácido graxo é representado pelo número de carbonos e pelo grau de insaturação, indicando o número de duplas ligações, isto é, se for ácido graxo saturado, será zero, ou 1,2,3 etc., no caso de serem, respectivamente, mono, di, tri-insaturado e assim por diante. Podemos citar como exemplo, o ácido esteárico C18:0 e oleico C18:1 (Souza et al., 1998). O primeiro número nesse sistema designa o número de carbonos do ácido graxo, enquanto o segundo designa o número de carbonos de ligações duplas. As posições das duplas ligações estão numeradas por delta (Δ), que indica a posição da dupla ligação a partir do carbono carboxílico. Por exemplo, o ácido oleico, que tem 18 carbonos e uma dupla ligação entre os carbonos 9 e 10, seria abreviado para 18:1 Δ 9 (Damodaran et al., 2010).

Nos bovinos a deposição de gordura pode ocorrer por dois processos: incorporação dos ácidos graxos pré-formados, transportados pelas lipoproteínas do plasma e por meio da síntese de ácidos graxos. Cerca de 90% dessa síntese ocorre no tecido adiposo, sendo o acetato, o principal precursor para a síntese de gordura subcutânea e o propionato para a gordura intramuscular (Sainz & Hasting, 2000).

A maior parte do acetato é absorvido diretamente pelo epitélio ruminal ou intestinal e é primeiro transformado em acetil-CoA por oxidação, posteriormente é convertida em malonil-CoA pela atividade da acetil-CoA carboxilase (enzima chave) (Christie, 2014). 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 (Christie, 2014). Toda a reação está representada abaixo:



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. O alongamento envolve a condensação de grupos de acetil-CoA com malonil-CoA, como na reação de síntese do palmitato. Como produto resultante tem-se a formação de dois átomos de carbono a mais ao da cadeia anterior, com liberação de CO₂ a partir de malonil-CoA, que é submetido a redução seguida de desidratação e posterior redução, produzindo assim um ácido graxo saturado. As reações de redução e de alongamento requerem NADPH como cofator, assim como para as reações semelhantes catalisadas pela síntese de ácido graxo (Sheriff, 2004).

A dessaturação envolve três enzimas dessaturases, delta-5, delta-6 e delta-9-dessaturase, que introduzem a insaturação nas ligações carbônicas C5, C6 ou C9. A delta-9-dessaturase atua em ácidos graxos saturados, para convertê-los em ácido graxo monoinsaturado. O mais abundante é o ácido oleico (18:1) produzido do ácido esteárico (18:0). A delta-9-dessaturase também, é a responsável de converter o ácido trans-vacênico ao seu correspondente ácido linoléico conjugado (CLA) isômero cis-9, trans-11 CLA (Dervishi et al., 2010). Portanto, o ácido oleico (18:1) não é um ácido essencial, consequentemente, pode competir com os ácidos linoléico e α -linolênico e seus produtos intermediários, para as reações mediadas por dessaturases e elongases (Woutersen et al, 1999).

1.4 Perfil de ácidos graxos da carne bovina

O perfil de ácidos graxos da carne de bovinos, pode ser dividido em saturado, monoinsaturado e polinsaturado.

1.4.1 Ácidos graxos saturados

A carne de bovinos é rica em ácidos graxos saturados, derivados do peculiar processo de digestão lipídica em ruminantes. Alguns estudos reportam que o alto consumo de gorduras saturadas possui estreita relação com problemas de saúde presentes na população como câncer, inflamações e crescimento tumoral. No entanto, nem todos os

ácidos graxos saturados são considerados hipercolesterolêmicos. Conforme relatado por Scollan et al. (2006), os ácidos graxos saturados predominantes na carne bovina são os mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0), (o C18:0 representa aproximadamente 30% do total de ácidos graxos saturados). Os ácidos graxos saturados são correlacionados ao nível plasmático de colesterol e promovem elevação do nível de LDL (*low density lipoprotein*). O C16:0 é dentre os ácidos graxos saturados o menos prejudicial, já o C18:0 é considerado neutro, e o C14:0 é o mais prejudicial, apesar disso, representam apenas 3% dos ácidos graxos totais da carne bovina (Freitas, 2006).

1.4.2 Ácidos graxos monoinsaturados

Na carne bovina existe uma diversidade de ácidos graxos monoinsaturados, dentre eles o palmitoleico (C14:1), pentadecenoico (C15:1), heptadecenoico (C17:1) e o oleico (C18:1), sendo que este último é o mais abundante, 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 α -linolênico e seus produtos intermediários (Christie, 2014; Toral et al., 2018).

Maiores valores destes ácidos graxos são desejáveis, por terem ação hipocolesterolêmica, com a vantagem de não reduzirem o HDL (*high density lipoproteins*), atuando na proteção contra doenças coronarianas (Lobato & Freitas, 2006).

1.4.3 Ácidos graxos polinsaturados

Alguns ácidos graxos polinsaturados são considerados essenciais devido a incapacidade do organismo de sintetizá-los, sendo assim, é necessário o ser humano obtê-los através da dieta.

Cerca de 5% dos ácidos graxos totais em carne são compostos de ácidos polinsaturados e os mais representativos na carne bovina são os ácidos linoléico (C18:2 n-6) e o araquidônico (C20:4 n-6). Os ácidos eicosapentaenoicos (C20:5 n-3) e docosaexaenoico (C22:6 n-3), têm sido mais enfatizados pelas pesquisas, por demonstrarem efeitos fisiológicos benéficos a saúde humana (Willians, 2000), tendo importante função na formação, desenvolvimento e funcionamento do cérebro e da retina (Chen et al., 1996).

Além de interferir na saúde humana, o perfil de ácidos graxos insaturados pode influenciar a palatabilidade e na vida de prateleira da carne devido à tendência de serem facilmente oxidados, resultando em processos de rancificação.

1.5 Ômega - 3 e ômega - 6

Os ácidos graxos ômega-3 (ω -3 ou n-3) e ômega-6 (ω -6 ou n-6) consistem de ácidos graxos polinsaturados contendo de 18 a 22 carbonos. A designação de ômega tem relação com a posição da primeira dupla ligação, contando a partir do grupo metílico final da molécula de ácido graxo. Os ácidos graxos n-3 apresentam a primeira dupla ligação entre o terceiro e o quarto átomo de carbono, enquanto os ácidos graxos n-6 têm a primeira dupla ligação entre o sexto e o sétimo átomo de carbono (Martin, 2006). A Figura 2 apresenta as estruturas do ácido oleico, linoleico e linolênico.

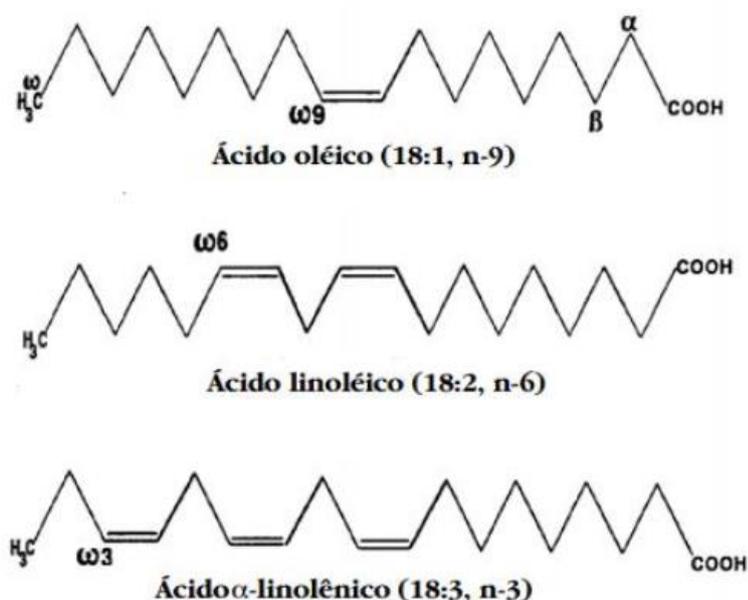


Figura 2. Estrutura do ácido oleico, ácido linoleico e ácido α -linolênico (Adaptado de Rose & Connolly, 1999).

Apesar da pequena diferença na sua estrutura molecular, essas duas famílias de ácidos graxos têm ações bem diferentes no organismo humano. Enquanto os produtos metabólicos dos ácidos graxos n-3 previnem ou tratam uma variedade de doenças, como câncer, artrite, depressão, mal de Alzheimer, dentre outras, os ácidos graxos n-6 atuam no sentido totalmente oposto, promovendo inflamação, coagulação sanguínea e crescimento tumoral (Colussi et al., 2017).

Quando os ácidos graxos n-6 são consumidos, o metabolismo humano consegue alongar e/ou dessaturar esses ácidos em ácidos graxos de cadeia longa; como o ácido araquidônico, o ácido eicosapentaenoico (C20:5n-3; EPA) e ácido docosaenoico (C22:6n-3; DHA), todos relacionados com a produção de eicosanoides, composto por prostaglandinas, leucotrienos, prostaciclina e tromboxanos, os quais são biologicamente

ativos em pequenas concentrações e, em elevadas quantidades, favorecem a síntese de eicosanoides inflamatórios contribuindo para formação de trombos e ateromas (Colussi et al., 2017).

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; Howe et al., 2006).

Sendo assim, é de suma importância manter balanço entre n-3 e n-6 na dieta, para que ambas promovam ação benéfica à saúde. Atualmente, a relação aceitável entre n-3 e n-6 é de 1:2 ou 1:3. Embora os frutos do mar sejam a principal fonte alimentar de ácidos graxos n-3, estudos que envolvem a ingestão de ácidos graxos indicou que a carne vermelha também serve como uma fonte significativa de ácidos graxos n-3 para algumas populações (Rondó Jr., 2011).

1.6 Suplementação de bovinos em pastejo e efeitos da alimentação sobre a composição de ácidos graxos da carne

O aumento da competitividade com outras fontes de proteína animal e a possibilidade de o Brasil se consolidar ainda mais no mercado mundial de carne bovina, têm requerido da pecuária de corte a oferta de produtos de maior qualidade durante todo o ano. E em um país como o Brasil, em que a criação de bovinos de corte se baseia na utilização de volumosos, principalmente pastagens tropicais (Ferraz & Felício, 2010), um problema usualmente enfrentado são as oscilações na disponibilidade de nutrientes em função da variação estacional na produção das forrageiras.

Durante o ano, seja na estação das águas, seca ou transições, as gramíneas tropicais dificilmente representarão uma dieta equilibrada para bovinos em pastejo, pois, invariavelmente, apresentarão alguma limitação nutricional que causarão prejuízos ao consumo voluntário e digestão da forragem, ocasionando em um crescimento de ciclo prolongado, aumentando a idade ao abate dos animais (Detmann et al., 2014; Roth et al., 2019).

Quando o aporte de nutrientes oriundos da dieta basal não é suficiente para atingir os requerimentos nutricionais dos bovinos, sejam eles para manutenção, produção ou reprodução, é necessário a adoção de estratégias que complementem as demandas produtivas (Silva et al., 2010; Detmann et al., 2014; Lins, 2015). Dentre as inúmeras

alternativas disponíveis, a área da nutrição tem auxiliado com estudos para o aumento no desempenho dos animais, em que se pode destacar a utilização dos suplementos alimentares. Esta tecnologia visa complementar a dieta dos animais e promover aumentos em desempenho, além de auxiliar no manejo da pastagem, entre outros benefícios (Reis et al., 2014). Porém, o atendimento destas demandas, devem estar aliadas ao conhecimento das limitações nutricionais da forragem, possibilitando assim, complementá-las por intermédio da suplementação.

A suplementação a pasto para produção de animais mais jovens ao abate é fundamental para comercialização de carne de qualidade, visto que aumenta o aporte de energia ao animal e a taxa de ganho de peso, que pode elevar a deposição de tecido muscular e adiposo (Baroni et al., 2010; Machado et al., 2012), de forma a produzir carcaças de animais jovens, com carne macia e adequado acabamento e melhor qualidade nutricional.

Embora existam diferenças genéticas, relacionadas à idade e ao gênero entre as várias espécies produtoras de carne com relação aos perfis e proporções lipídicas, o efeito da nutrição animal é bastante significativo, interferindo diretamente no perfil de ácidos graxos da carne (Van Elswyk & Mcneill, 2014; Hwang & Joo, 2016), que se consolida como um dos fatores ligados a contribuição da dieta humana.

As principais diferenças no perfil de ácidos graxos da carne, decorrem dos sistemas de alimentação, sendo que as gramíneas possuem maior concentração de n-3, enquanto que os grãos são ricos em n-6. O n-3 é encontrado em maior quantidade em espécies com folhas de coloração verde-escura, por ser um importante componente da fração dos lipídios polares contidos nos cloroplastos (Martin et al., 2006). Em geral, os lipídios de forragem fresca são caracterizados por um predomínio de C18:3 e o concentrado contém níveis relativamente elevados de C18:2, precursor da série n-6 (Panea et al., 2011). Desta forma, a relação de n-6:n 3 é particularmente equilibrada, nas carnes de ruminantes, especialmente na carne de animais criados a pasto, com altos níveis de ácido linolênico (Ribeiro et al., 2016).

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 n-6/n-3 em animais a pasto, enquanto os animais alimentados em confinamento obtiveram maior teor de ácidos graxos n-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 & Pickova, 2007).

Pelas supostas implicações positivas dos ácidos graxos n-3 na saúde humana, a maior concentração, normalmente encontrada nas plantas forrageiras, seria uma vantagem na produção de animais a pasto. Contudo, é necessário o estudo envolvendo a produção de bovinos suplementados a pasto, na tentativa de verificar o efeito deste tipo de alimentação sobre o perfil de ácidos graxos da carne.

Avaliando a terminação de bovinos em pastagens utilizando níveis crescentes de suplementação, 0; 0,4; 0,8 e 1,2% do peso vivo (PV), Patino et al. (2015) observaram que o fornecimento do nível de suplementação até 0,4% do PV promoveu uma maior deposição do CLA e do ácido graxo linolênico na carne dos animais. Contudo, os níveis mais altos de suplementação, provocaram redução nos teores de ácidos graxos n-3 e aumento na concentração de AGS como os ácidos C14:0, C16:0 e C18:0.

Cediel et al. (2022) avaliando três estratégias de suplementação, em que cada grupo de animais recebeu uma estratégia diferente de acordo com a estação climática do ano: Estratégia 1 (sal mineral/ sal mineral com ureia), Estratégia 2 (sal mineral com ureia/ suplemento proteico 0,1% PC), e Estratégia 3 (suplemento proteico 0,1%PC/ suplemento proteico 0,2% PC), verificaram que os animais que receberam apenas suplementação mineral (Estratégia 1) apresentaram menores concentrações de n-3 na carne, quando comparado com aqueles que receberam suplementação proteica em maior nível.

Strada et al. (2015) avaliando a inclusão de diferentes níveis de glicerina de baixa pureza no suplemento de novilhos (0, 3, 6, 9 e 12%) na matéria seca (MS), observaram que, os ácidos graxos presentes nas dietas com teores de inclusão de glicerina apresentaram correlações com a maioria dos ácidos graxos depositados no músculo *Longissimus dorsi*, provocando redução na deposição dos ácidos graxos monoinsaturados e aumento nos da série n-6, assim como a razão n-6/n-3, mas não modificaram a deposição dos ácidos graxos láurico, mirístico e palmítico, considerados como hipercolesterolêmicos.

Pimentel (2018) estudando diferentes planos nutricionais na recria e terminação de novilhos em pastejo, observou que baixos níveis de suplementação proteico-energética (1 e 2 g/kg de peso corporal) não promoveu alterações sobre as proporções de AGS, AGMI, AGPI, ácidos graxos n-6, ácidos graxos n-6, relação AGPI:AGS e n-6: n-3.

Em um estudo realizado por Oliveira (2008), pesquisando os efeitos da suplementação com sal mineral, 0,3%, 0,6% e 0,9% de suplementação energética e

proteica, em função do peso vivo, observou o aumento dos níveis de suplementação modificou o perfil de ácidos graxos, aumentando os n-3, reduzindo os AGS e a razão n-6:n-3 no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos Nelore mantidos em pastagens.

Pereira (2015) observou em seu estudo que, ao elevar o nível de suplementação de 0,3 para 0,6% do peso corporal, o percentual de AGS, AGMI e AGPI do músculo *Longissimus dorsi* não apresentaram diferença, contudo, a relação n-6:n-3 foi superior para os animais terminados em pasto de *Brachiaria brizantha*, que receberam maior nível de suplementação.

Alguns autores citam que a suplementação de animais em pastejo poderia aumentar a relação de n-6:n-3 em função da maior concentração desse ácido graxo nos grãos presentes no suplemento, o que não é interessante do ponto de vista de saúde humana. No entanto, a utilização de concentrado em baixas proporções (0,1 a 0,3% do peso vivo) pode melhorar outras características de produção e carcaça, igualmente importantes (Panea et al., 2011).

Em suma, partindo do pressuposto que o metabolismo ruminal é responsável, em partes, pelo perfil lipídico da carne de ruminantes, supõe-se que tudo aquilo que pode interferir na fermentação ruminal tem capacidade de modificar o perfil lipídico da carne. Isto tem sido motivo para realização de inúmeras pesquisas, sobretudo daquelas que investigam o efeito da alimentação a pasto com o objetivo de aumentar a proporção de ácidos graxos considerados saudáveis na carne de animais ruminantes (Fernandes et al., 2009).

II OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Estudar as correlações entre consumo e deposição de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos mestiços suplementados em pastagens.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar as correlações entre os ácidos saturados da dieta com os ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos mestiços suplementados a pasto;

Avaliar as correlações entre os ácidos insaturados da dieta com os ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos mestiços suplementados a pasto;

Estudar as correlações entre os ácidos monoinsaturados da dieta com os ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos mestiços suplementados a pasto;

Estudar as correlações entre os ácidos polinsaturados da dieta com os ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos mestiços suplementados a pasto;

Estudar as correlações entre os ácidos graxos n-6, n-3 e a razão n-6/n-3 da dieta com os ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos mestiços suplementados a pasto;

Avaliar as correlações entre o somatório dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e polinsaturados da dieta com os ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos mestiços suplementados a pasto.

III MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi conduzida em estreita conformidade com a legislação brasileira sobre pesquisas com o uso de animais, adotada pelo Conselho Nacional de Controle Experimental (CONCEA). Foi anteriormente aprovada pela comissão de ética no uso de animais, CEUA-Protocolo 15/2012 da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, localizada em Itapetinga, Bahia, Brasil.

3.1 Descrição experimental

O experimento a campo foi conduzido na Fazenda Princesa do Mateiro, localizada no município de Ribeirão do Largo, região Sudoeste do Estado da Bahia. A área experimental está localizada a 15° 09' 07" de latitude sul, 40° 15' 32" de longitude oeste, caracterizando-se por possuir clima tropical úmido, com precipitação média anual de 800 mm, temperatura média anual de 27 °C e altitude de 709 metros (m). O período experimental compreendeu os meses de setembro a dezembro de 2011, em um total de 102 dias, sendo os primeiros 14 dias destinados à adaptação dos animais ao manejo e as dietas experimentais e os 88 dias para coleta dos dados.

As análises dos alimentos, fezes e carne foram realizadas no Laboratório de Métodos e Separações Químicas (LABMESQ-UESB) e no Laboratório de Forragicultura e Pastagem da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, campus de Itapetinga.

3.2 Animais, tratamento, manejo e dietas

Foram utilizados 32 novilhos mestiços (Holandês x Zebu) em fase de terminação, com peso inicial médio de $420 \pm 7,54$ quilos (kg), distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e oito repetições por tratamento. Os animais foram mantidos a pasto em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. A área total utilizada foi de 13 hectares, divididos em dez piquetes de mesma proporção com lotação rotativa.

Os tratamentos consistiram de quatro níveis de oferta de concentrado (0,2; 0,4; 0,6; e 0,8% do peso corporal), formulado com níveis decrescentes de proteína bruta (500 g (gramas); 250 g; 166,6 g e 125,0 g por kg de concentrado). A suplementação foi

fornecida diariamente às 10 h, em cochos plásticos (1/2 bombonas) coletivos, com duplo acesso e sem cobertura, com dimensionamento linear de 70 cm/animal. As dietas foram formuladas segundo o NRC (2000) para atender às exigências nutricionais dos animais e para proporcionar ganhos de 0,500 kg/dia⁻¹ (Tabela 1). A relação volumoso:concentrado foi de: 90,7:9,3; 82,3:17,7; 69,8:30,3 e 61:39, respectivamente, para os níveis de 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8% de suplementação.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes nos concentrados (%) na base da matéria seca (MS), e composição química dos suplementos e pasto oferecido

| Ingredientes (%) | <i>Brachiaria brizantha</i> | Nível de concentrado na dieta (% PC) | | | |
|------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|
| | | 0,2% | 0,4% | 0,6% | 0,8% |
| Milho moído | | 26,73 | 73,32 | 88,72 | 96,36 |
| Farelo de soja | | 62,63 | 21,40 | 7,77 | 1,00 |
| Ureia | | 6,00 | 2,98 | 1,98 | 1,49 |
| Mistura engorda ¹ | | 4,64 | 2,30 | 1,53 | 1,15 |
| Total | | 100 | 100 | 100 | 100 |

¹ Composição: cálcio, 13,2%; fósforo, 4,4%; magnésio, 0,5%; enxofre, 1,2%; sódio, 17,8%; selênio, 0,0012%; cobre, 0,125%; zinco, 0,03%; manganês, 0,075%; iodo, 0,005%; cobalto, 1,07%.

3.3 Avaliação da forragem

O pasto foi avaliado no primeiro dia do período experimental e posteriormente a cada 28 dias. Para estimar a disponibilidade de matéria seca, foram tomadas 12 amostras cortadas rentes ao solo com um quadrado de 0,25 m², conforme metodologia descrita por McMeniman (1997). Para reduzir a influência da variação de biomassa entre piquetes, os novilhos foram mantidos em cada piquete por sete dias e, após esse período, foram transferidos para outro, em um sentido pré-estabelecido de forma aleatória.

As amostras colhidas no pasto foram pesadas em balança digital portátil com precisão de 5 g. Logo em seguida, efetuou-se uma amostra composta da forragem dos piquetes que estavam sendo utilizados e dos demais piquetes não utilizados pelos animais. Retiraram-se amostras em duplicatas, sendo uma acondicionada em saco plástico, identificada e congelada em freezer a -10 °C e a outra utilizada para separação manual dos componentes (lâmina foliar, colmo e material morto), os quais foram pesados, para se obter o percentual de cada componente, e armazenados em sacos plásticos previamente identificados e congelados em freezer a -10 °C para posteriores determinações da composição química.

Utilizou-se a técnica do triplo emparelhamento (Moraes et al., 1990) para estudar o acúmulo de biomassa no tempo nos seis piquetes que permaneciam vedados por 28 dias, funcionando como exclusores. O acúmulo de matéria seca nos diferentes períodos experimentais foi calculado multiplicando-se o valor da taxa de acúmulo diário (TAD) pelo número de dias do período.

A estimativa da TAD de massa seca foi feita aplicando-se a equação proposta por Campbell, (1996):

$$\mathbf{TADJ = (Gi - Fi - 1) / n}$$

Em que: TADJ = taxa de acúmulo de massa seca diária no período j, em kg MS/ha/dia; Gi = massa seca final média dos quatro piquetes vazios no instante i, em kg MS/ha; Fi - 1 = massa seca inicial média presente nos piquetes vazios no instante i - 1, em kg MS/ha; n = número de dias do período j.

A estimativa da matéria seca potencialmente digestível (MSpd) do pasto foi realizada conforme descrito por Paulino et al., (2006):

$$\mathbf{MSpd = 0,98 (100 - \%FDN) + (\%FDN - \%FDNi)}$$

Em que: 0,98 = coeficiente de digestibilidade verdadeira do conteúdo celular; FDN = fibra em detergente neutro; FDNi = FDN indigestível.

Para cálculo da disponibilidade de MS potencialmente digestível (DMSpd), foi utilizada a equação:

$$\mathbf{DMSpd = DTMS * MSpd}$$

Em que: DMSpd = disponibilidade de MS potencialmente digestível, em kg/ha; DTMS = disponibilidade total de MS, em kg/ha; MSpd = MS potencialmente digestível, em percentual.

A oferta de forragem (OF) foi calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$\mathbf{OF = \{(BRD * \acute{a}rea + TAD * \acute{a}rea) / PCtotal\} * 100}$$

Em que: OF = oferta de forragem, em kg MS/100 kg PC dia; BRD = biomassa residual total, em kg /ha dia de MS; TAD = taxa de acúmulo diário, em kg MS/ha/dia; PC= peso corporal dos animais, em kg/ha.

A taxa de lotação (TL) foi calculada considerando a unidade animal (UA) como sendo 450 kg de PC, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\mathbf{TL = (UAt)/\acute{a}rea}$$

Em que: taxa de lotação, em UA/ha; UAt = unidade animal total; Área = área experimental total, em hectares.

3.4 Consumo, digestibilidade e desempenho

Para estimar a produção fecal, utilizou-se a LIPE® (lignina purificada e enriquecida) (Saliba et al., 2000). Para isto, os animais correspondentes a cada tratamento eram trazidos no início da manhã ao curral (08:00h), imobilizados em tronco de contenção e, uma cápsula de LIPE® (250mg) era introduzida na boca de cada animal. Este procedimento ocorreu durante sete dias (40º e 47º dias do período experimental), incluindo três dias para adaptação e regulação do fluxo de excreção do marcador e cinco dias para a coleta de fezes. As fezes foram coletadas diretamente nos piquetes, após os animais defecarem, uma vez ao dia, durante cinco dias, em cinco horários pré-estabelecidos: às 8h, 10h, 12h, 14h e 16h, compondo assim amostras de fezes por animal. Posteriormente, as fezes foram armazenadas em freezer a -10 °C. As amostras de fezes colhidas foram pré-secas e moídas, para análises posteriores.

A estimativa da produção fecal foi feita determinando-se o teor de LIPE® nas fezes, por meio de espectrofotômetro de infravermelho no laboratório de nutrição da Escola de Veterinária da UFMG, utilizando-se a fórmula descrita por Saliba et al., (2005):

$$\text{PF} = \text{quantidade do LIPE}^{\circledR} \text{ fornecido (g)} / ((\text{Ai/MS total}) * 100$$

Em que: PF: produção fecal; Ai: relação logarítmica das intensidades de absorção das bandas dos comprimentos de onda a 1050 cm⁻¹ / 1650 cm⁻¹.

Para determinação do consumo de matéria seca (MS) do concentrado dos animais, que foram alimentados em grupo, utilizou-se o indicador externo dióxido de titânio. O indicador foi fornecido na quantidade de 10 g/animal, misturado ao concentrado todos os dias às 10 h no cocho. O período de fornecimento foi de 7 dias, seguindo a metodologia descrita por Valadares Filho et al., (2006). A coleta de fezes ocorreu nos mesmos dias e horários da coleta descrita para o LIPE®. O consumo de matéria seca do concentrado foi calculado de acordo com a seguinte equação:

$$\text{CMSS} = (\text{EF} \times \text{TiO fezes}) / \text{TiO suplemento}$$

Em que: TiO fezes e TiO suplemento referem-se à concentração de dióxido de titânio nas fezes e no suplemento, respectivamente.

A determinação da concentração de titânio foi feita por meio de digestão ácida, utilizando-se 0,5 g de fezes e 10 mL de ácido sulfúrico. A mistura foi digerida a 400 °C em tubos de macro e adicionada de 10 mL de água oxigenada a 30%. Em seguida, foi transferida para balão volumétrico de 100 mL, que foi completado com água destilada. O conteúdo foi filtrado para obtenção da solução, segundo metodologia descrita por

Detmann et al., (2012), e a leitura foi feita em espectrofotômetro de absorção atômica, no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV.

Para estimativa do consumo voluntário de volumoso, foi utilizado o indicador interno fibra em detergente neutro indigestível (FDNi). Amostras de forragem, fezes e concentrado foram incubadas no rúmen de dois animais fistulados por 240 horas (Casali et al., 2008) em sacos de TNT 100 (tecido-não-tecido), em uma relação de 20 mg de amostra/cm². Depois de retirados do rúmen, os saquinhos foram lavados e secos em estufa de ventilação forçada e o material foi submetido à extração com detergente neutro, conforme descrito por Detmann et al., (2012). O material remanescente foi considerado com parte não-digerível. O consumo de MS foi calculado da seguinte forma:

$$\text{CMStotal (kg/dia)} = \frac{[(\text{EF} \times \text{CIF}) - \text{IS}] + \text{CMSS}}{\text{CIV}}$$

Em que: EF = excreção fecal (kg/dia), obtida utilizando-se a LIPE; CIF = concentração do indicador nas fezes (kg/kg); CIV = concentração do indicador no volumoso (kg/kg); IS = quantidade do indicador presente no concentrado; e CMSS = consumo de MS do concentrado.

Na tabela 2, estão expostos os valores das ingestões diárias de matéria seca e nutrientes.

Tabela 2. Ingestão médias diárias de nutrientes por novilhos mestiços recebendo suplementação com níveis crescente de concentrado na dieta

| Item | Níveis de suplementação (%) | | | | ER | R ² |
|--------------------------------|-----------------------------|------|------|------|----------|----------------|
| | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | | |
| CMST (kg.dia ⁻¹) | 9,37 | 9,89 | 9,02 | 9,35 | Ŷ = 9,40 | - |
| CMSF (kg.dia ⁻¹) | 8,50 | 7,89 | 6,23 | 5,27 | 1 | 0,97 |
| CMST (% PC) | 2,15 | 2,29 | 2,00 | 2,15 | Ŷ = 2,14 | - |
| CMSF (% PC) | 1,95 | 1,83 | 1,39 | 1,21 | 2 | 0,95 |
| CFDNcp (kg.dia ⁻¹) | 5,92 | 5,66 | 4,70 | 4,49 | 3 | 0,93 |
| CFDNcp (% PC) | 1,36 | 1,31 | 1,04 | 1,03 | 4 | 0,87 |
| CPB (kg.dia ⁻¹) | 1,09 | 1,10 | 0,94 | 0,91 | 5 | 0,82 |
| CEE (kg.dia ⁻¹) | 0,21 | 0,24 | 0,24 | 0,28 | 6 | 0,91 |
| CCNFcp (kg.dia ⁻¹) | 1,26 | 1,87 | 2,37 | 2,73 | 7 | 0,99 |
| CNDT (kg.dia ⁻¹) | 5,65 | 6,17 | 5,37 | 6,06 | Ŷ = 5,81 | - |

CMST = consumo de matéria seca total, CMSF = consumo de matéria seca da forragem, CFDNcp = consumo de fibra em detergente neutro total corrigido pra cinzas e proteína, CPB = consumo de proteína bruta, CEE = consumo de extrato etéreo, CCNFcp = consumo de carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína, CNDT = consumo de nutrientes digestíveis totais.

Euações de regressão e coeficientes de determinação (R²).

¹Y = 9,8170 - 5,6780X; ²Y = 2,2641 - 1,3321X; ³Y = 6,5073 - 2,6216X; ⁴Y = 1,5006 - 0,6211X; ⁵Y = 1,1905 - 0,3472X; ⁶Y = 0,2000+0,1023X; ⁷Y = 0,7341+2,9088X.

Para determinar o ajuste do fornecimento do suplemento realizado de acordo com o peso corporal, os novilhos foram pesados em jejum de sólidos e líquido por 12 horas, no início e no final do período experimental e também a cada 28 dias.

3.5 Análises e composição química da forragem, suplementos concentrados e dieta total

A forragem analisada para a determinação da composição química foi obtida por meio de pastejo simulado, onde observou-se o grupo de animais dentro de cada tratamento no momento em que pastejavam, analisando altura do estrato do pasto que consumiam. Em seguida, efetuou-se uma coleta de forragem visando manter características semelhantes à do pasto que os animais estavam ingerindo, conforme descrito por Johnson, (1978).

As amostras de alimentos (concentrado e volumoso), sobras e as de fezes foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada (55 °C), até atingirem peso constante, e, em seguida, foram moídas em moinho tipo Willey, equipado com peneira de malha de 2 e 1 milímetros (metodologia). Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em frascos hermeticamente fechados e identificados para realização das análises da sua composição.

Foram analisados os teores de matéria seca (método INCT-CA G-003/1), matéria mineral (método INCT-CA M-001/2), proteína bruta (método INCT-CA N-001/2), extrato etéreo (método INCT-CA G-004/1), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (método INCT-CA F-001/2, INCT-CA M-002/2 e INCT-CA N-004/2) e fibra em detergente ácido (INCT-CA F-003/2) segundo metodologia de Detmann et al., (2021).

Os carboidratos totais (CT) foram estimados segundo Sniffen et al., (1992), como:

$$\text{CT} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{Cinzas})$$

Em que: % PB = teor de proteína bruta % EE= Extrato etéreo

Os teores de carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) foram calculados como proposto por Hall, (2003), em que:

$$\text{CNFcp} = 100 - [\% \text{EE} + \% \text{Cinzas} + (\% \text{FDNcp} - \% \text{PB}) + (\% \text{PB} - \% \text{PBNNP} + \% \text{NNP})]$$

Em que: % EE= Extrato etéreo, % FDNcp = teor de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, % PB = teor de proteína bruta, % PBNNP = teor de

proteína bruta oriunda do nitrogênio não proteico e %NNP = teor de nitrogênio não proteico.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss, (1999), utilizando-se a FDN e CNF corrigidos para cinzas e proteína, pela seguinte equação:

$$\text{NDT (\%)} = \text{PBD} + \text{FDNcpD} + \text{CNFcpD} + 2,25\text{EED}$$

Em que: PBD = PB digestível; FDNcpD = FDNcp digestível; CNFcpD = CNFcp digestíveis; e EED = EE digestível.

A composição bromatológica do pastejo simulado e dos concentrados está descrita na Tabela 3.

Tabela 3. Composição química dos suplementos e pasto oferecido novilhos mestiços em fase de terminação suplementados em pastagens

| Componentes (%) | <i>Brachiaria brizantha</i> | Nível de concentrado na dieta (% PC) | | | |
|---------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|
| | | 0,2% | 0,4% | 0,6% | 0,8% |
| Matéria seca | 25,75 | 87,98 | 87,57 | 87,53 | 87,28 |
| Proteína bruta | 7,73 | 50,00 | 25,00 | 16,67 | 12,50 |
| Extrato etéreo | 2,00 | 3,67 | 3,75 | 4,04 | 4,19 |
| CNF | 17,95 | 32,84 | 55,00 | 60,81 | 60,41 |
| Carboidratos totais | 70,08 | 37,55 | 65,51 | 74,78 | 81,26 |
| FDNcp | 52,13 | 4,70 | 10,51 | 13,97 | 20,86 |
| FDA | 45,13 | 3,21 | 2,90 | 2,65 | 2,47 |
| Cinzas | 10,93 | 8,78 | 5,74 | 4,51 | 2,05 |
| FDNi | 19,56 | 1,78 | 1,86 | 2,06 | 2,54 |
| NDT | 55,10 | 61,83 | 71,65 | 68,76 | 71,16 |

CNF = Carboidratos não fibrosos, FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigido pra cinzas e proteína, FDA = Fibra em detergente ácido, FDNi = Fibra indigestível em detergente neutro, NDT = Nutrientes digestíveis totais.

Após os ensaios de consumo e digestibilidade, e da realização das análises químicas em laboratório, foi possível calcular a composição química da dieta total consumida pelos animais (Tabela 4).

Tabela 4. Composição da dieta total consumida por novilhos mestiços em fase de terminação suplementados em pastagens

| Componentes (%) | Nível de concentrado na dieta (% PC) | | | |
|---------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|
| | 0,2% | 0,4% | 0,6% | 0,8% |
| Matéria seca | 40,85 | 46,63 | 51,91 | 58,30 |
| Matéria orgânica | 90,63 | 91,31 | 92,09 | 93,70 |
| Proteína bruta | 11,67 | 11,22 | 10,49 | 9,81 |
| Extrato etéreo | 2,34 | 2,51 | 2,77 | 3,07 |
| CNF | 13,49 | 20,29 | 26,72 | 32,80 |
| Carboidratos totais | 76,63 | 77,85 | 78,83 | 80,90 |
| FDNcp | 63,13 | 57,29 | 52,11 | 48,00 |
| FDA | 49,12 | 43,54 | 38,04 | 31,40 |
| Cinzas | 9,37 | 8,69 | 7,91 | 6,21 |
| FDNi | 17,90 | 15,99 | 14,16 | 12,10 |

CNF = Carboidratos não fibrosos, FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigido pra cinzas e proteína, FDA = Fibra em detergente ácido, FDNi = Fibra indigestível em detergente neutro, NDT = Nutrientes digestíveis totais.

3.6 Avaliação do perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi*

Ao final do experimento, os animais foram abatidos em um frigorífico comercial da região, segundo as normas estabelecidas pela instrução normativa n° 3, de 17 de janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.

Logo após o abate, as carcaças foram identificadas e pesadas para avaliação do peso e rendimento de carcaça quente. Posteriormente, foram resfriadas por 24 horas a 2 °C. Após o resfriamento, uma seção do músculo *Longissimus dorsi*, entre a 11^a e 13^a costelas de cada meia-carcaça esquerda, foi retirada, armazenada em papel-alumínio e mantida congelada (-24 °C) até o início das análises, quando foi descongelada em temperatura ambiente, triturada, homogeneizada e analisada em duplicatas. As análises foram realizadas no Laboratório de Métodos de Separações Químicas (LABMESQ), do Departamento de Estudos Básicos e Instrumentais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

A extração para análise lipídica dos concentrados e forragem seguiu a metodologia proposta por Folch & Stanley, (1957).

Na tabela 5, estão expostas as composições em ácidos graxos dos suplementos e da *Brachiária brizantha*.

Tabela 5. Composição em ácidos graxos (%) dos suplementos e da *Brachiaria brizantha*

| Ácido graxo | Níveis de suplementação (%) | | | | <i>B. brizantha</i> |
|-----------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|---------------------|
| | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | |
| C 12:0 (láurico) | 4,21 | 14,60 | 7,48 | 19,51 | 0,00 |
| C 16:0 (palmítico) | 15,47 | 13,23 | 19,09 | 8,49 | 7,71 |
| C 16:1 (palmitoleico) | 10,23 | 13,20 | 17,38 | 13,32 | 4,98 |
| C 17:0 (margárico) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,56 |
| C 18:0 (esteárico) | 9,20 | 10,75 | 5,99 | 3,4 | 2,33 |
| C 18:1n-9c (oleico) | 17,81 | 15,28 | 5,88 | 6,68 | 0,47 |
| C 18:2n-6 (linoleico) | 15,90 | 8,50 | 5,75 | 0,68 | 1,53 |
| C 18:3n-3 (α -linolênico) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,75 |
| C 18:3n-6 (γ -linolênico) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| C 20:0 (araquídico) | 11,99 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,52 |
| C 20:1 (gadoleico) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,39 |
| C 20:2 (eicosadienoico) | 0,00 | 0,68 | 1,07 | 1,63 | 0,00 |
| C 20:4n-6 (araquidônico) | 6,42 | 10,02 | 8,82 | 29,19 | 2,27 |
| C 20:5n-3 (eicosapentaenoico) | 1,67 | 1,70 | 0,23 | 0,45 | 1,69 |
| C 21:0 (henicosanoico) | 2,23 | 2,98 | 3,19 | 2,03 | 7,37 |
| C 22:1n-9 (erúcico) | 0,74 | 0,89 | 7,5 | 1,61 | 1,09 |
| C 22:2n-6 (docosadienoico) | 1,84 | 3,17 | 7,43 | 7,23 | 28,35 |
| C 24:1 (nervônico) | 2,29 | 3,58 | 4,09 | 5,08 | 39,10 |
| DPA (docosapentanoico) | 0,00 | 0,61 | 7,17 | 0,70 | 0,89 |
| AGS | 43,1 | 41,56 | 35,75 | 33,43 | 18,49 |
| AGMI | 31,07 | 32,95 | 34,85 | 26,69 | 46,03 |
| AGPI | 25,83 | 24,68 | 30,47 | 39,88 | 35,48 |
| n-6 | 24,16 | 22,30 | 21,75 | 37,10 | 32,15 |
| n-3 | 1,67 | 1,70 | 0,23 | 0,45 | 2,44 |
| n-6/n-3 | 14,46 | 13,11 | 95,56 | 82,44 | 13,17 |
| AGPI/AGS | 0,59 | 0,59 | 0,85 | 1,1 | 1,19 |

AGS: Ácidos graxos saturados; AGMI: Ácidos graxos monoinsaturados; AGPI: Ácidos graxos polinsaturados; n-6: Ácidos graxos da série ômega 6; n-3: Ácidos graxos da série ômega 3; n-6/n3: Razão dos ácidos graxos da série ômega 6 e ômega 3; AGPI/AGS: Razão dos ácidos graxos polinsaturados e saturados

Na tabela 6, estão apresentados os valores do perfil de ácidos graxos da dieta total consumida por novilhos mestiços suplementados em pastagens.

Tabela 6. Perfil de ácidos graxos da dieta consumida por novilhos mestiços suplementados em pastagens

| Ácidos graxos | Níveis de suplementação (%) | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|
| | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 |
| C12:0 (láurico) | 0,37 | 0,84 | 1,17 | 1,72 |
| C16:0 (palmítico) | 10,14 | 9,41 | 7,44 | 6,28 |
| C17:0 (margárico) | 0,63 | 0,80 | 0,84 | 1,02 |
| C18:0 (esteárico) | 3,49 | 3,24 | 2,56 | 2,16 |
| C20:0 (araquídico) | 0,47 | 0,47 | 0,41 | 0,40 |
| C21:0 (hencosanoico) | 6,27 | 5,82 | 4,60 | 3,89 |
| C16:1 (palmitoleico) | 4,24 | 3,93 | 3,11 | 2,63 |
| C18:1n-9 (oleico) | 0,40 | 0,37 | 0,29 | 0,25 |
| C20:1 (eicosanoico) | 0,60 | 0,56 | 0,44 | 0,37 |
| C22:1n-9 (docosanoico) | 0,93 | 0,87 | 0,70 | 0,60 |
| C 24:1 (nervônico) | 33,26 | 30,87 | 24,40 | 20,62 |
| C18:2n-6 (linoleico) | 1,37 | 1,36 | 1,16 | 1,11 |
| C20:2 (eicosadienoico) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| C22:2n-6 (eicosadienoico) | 24,16 | 22,42 | 17,72 | 14,98 |
| C18:3n-3 (α -linolênico) | 1,27 | 1,18 | 0,93 | 0,79 |
| C18:3n-6 (γ -linolênico) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| C20:4n-6 (araquidônico) | 1,94 | 1,82 | 1,45 | 1,25 |
| C20:5n-3 (eicosapentaenoico) | 1,55 | 1,44 | 1,14 | 0,96 |
| DPA (docosopentaenoico) | 0,76 | 0,71 | 0,56 | 0,48 |
| AGS | 21,37 | 20,58 | 17,02 | 15,47 |
| AGMI | 39,43 | 30,60 | 28,93 | 24,46 |
| AGPI | 31,05 | 28,93 | 22,97 | 19,57 |
| n-6 | 27,47 | 25,60 | 20,34 | 17,34 |
| n-3 | 3,58 | 3,33 | 2,63 | 2,23 |
| n-6/n-3 | 7,67 | 7,67 | 7,73 | 7,78 |
| AGPI/AGS | 1,45 | 1,41 | 1,35 | 1,26 |

AGS: Ácidos graxos saturados; AGMI: Ácidos graxos monoinsaturados; AGPI: Ácidos graxos polinsaturados; n-6: Ácidos graxos da série ômega 6; n-3: Ácidos graxos da série ômega 3; n-6/n3: Razão dos ácidos graxos da série ômega 6 e ômega 3; AGPI/AGS: Razão dos ácidos graxos polinsaturados e saturados

Para determinação da composição em ácidos graxos, fez-se inicialmente a extração da fração lipídica da carne, segundo Bligh & Dyer, (1959). A transesterificação dos triacilgliceróis (TAG) para obtenção dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi realizada conforme o método 5509 da ISO (1978). As amostras de ésteres metílicos foram acondicionadas em endorfs e armazenadas a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, para posterior análise cromatográfica. Os ésteres metílicos foram analisados por meio de cromatografia gasosa em aparelho Thermo-Finnigan equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida BPX-70 (120 m, 0,25 mm d.i). A vazão dos gases foi de $6,5\text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ para o gás de arraste N_2 ; $30\text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ para o gás auxiliar N_2 ; e 30 e $350\text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ para os gases da chama H_2 e ar sintético, respectivamente. A razão de divisão da amostra

foi de 90:10. As temperaturas do injetor e detector foram 250 °C e 280 °C, respectivamente. O tempo total de análise foi de 55 minutos, programado em quatro rampas, com temperatura inicial de 140 °C e final de 238°C. O volume de injeção foi de 1,2 µL e as áreas de picos foram determinadas pelo método da normalização, utilizando-se um software Chrom Quest 4.1.

A quantificação dos ácidos graxos presentes no músculo *Longissimus dorsi* foi calculada mediante a porcentagem da área de cada pico correspondente ao ácido graxo identificado pelo padrão correspondente ao ácido graxo identificado pelos padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos Sigma (EUA) e após verificação do comprimento equivalente de cadeia.

Os teores dos ácidos saturados (AGS) foram obtidos pela soma dos ácidos láurico (C12:0), mirístico (C14:0), pentadécico (C15:0), palmítico (C16:0), margárico (C17:0), esteárico (C18:0), araquídico (C20:0), hencosanoico (C21:0) e behênico (C22:0).

Os ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) foram obtidos pela soma dos ácidos miristoleico (C14:1), pentadecenoico (C15:1), palmitoleico (C16:1), heptadecenoico (C17:1), eláidico (C18:1n-9t), oleico (C18:1n-9c), vacênico (C18:1n-7c), gadoleico (C20:1) e erúcico (C22:1n-9).

Para o cálculo dos ácidos graxos polinsaturados, somaram-se os ácidos linoléico (C18:2n-6), γ -linolênico (C18:3n-6), linolênico (C18:3n-3), linoléico conjugado cis-9 trans-11 (CLA c9t11), linoléico conjugado (CLA t10c12), di-homo-linolênico (C20:3n-6), di-homo-(α)linolênico (C20:3N-3), araquidônico (C20:4n-6), docosadienoico (C22:2n-6), eicosapentaenoico (EPA 20:5N-3) e docosaexaenoico DHA (22:6n-3) também identificados nos cromatogramas.

A família dos ácidos graxos ômega-6 (n-6) e ômega-3 (n-3) foram calculados pelo somatório de todos os ácidos pertencentes às duas categorias. A razão n-6/n-3 foi calculada com a divisão (n-6/n-3) entre os somatórios de n-6 e n-3, o mesmo acontecendo para a obtenção dos valores da razão de ácidos graxos polinsaturados e saturados (AGPI/AGS) citados acima (tabela 7).

Tabela 7. Composição em ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos mestiços suplementados em pastagens

| Ácidos graxos | Níveis de suplementação (%) | | | |
|---|-----------------------------|-------|-------|-------|
| | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 |
| C14:0 (mirístico) | 2,80 | 2,62 | 2,70 | 2,55 |
| C15:0 (pentacílico) | 0,53 | 0,49 | 0,47 | 0,45 |
| C16:0 (palmítico) | 25,17 | 24,32 | 24,94 | 23,81 |
| C17:0 (margárico) | 1,16 | 1,12 | 1,01 | 0,95 |
| C18:0 (esteárico) | 19,00 | 19,08 | 20,32 | 18,96 |
| C20:0 (araquídico) | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,13 |
| C21:0 (henicosanoico) | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,04 |
| C22:0 (behênico) | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| C14:1 (miristoleico) | 0,32 | 0,28 | 0,25 | 0,23 |
| C15:1 (pentadecenoico) | 0,27 | 0,25 | 0,22 | 0,22 |
| C16:1 (palmitoleico) | 3,29 | 3,21 | 3,17 | 3,22 |
| C17:1 (heptadecenoico) | 0,98 | 0,97 | 0,83 | 0,78 |
| C18:1n-9t (elaídico) | 2,66 | 2,49 | 2,45 | 4,15 |
| C18:1n-9c (oleico) | 36,06 | 37,02 | 35,10 | 36,96 |
| C18:1n-7c (vacênico) | 1,32 | 1,33 | 1,21 | 1,39 |
| C20:1 (gadoleico) | 0,20 | 0,22 | 0,19 | 0,19 |
| C22:1n-9 (erúcido) | 0,81 | 0,88 | 0,89 | 0,71 |
| C22:2n-6 (eicosadienoico) | 0,55 | 0,67 | 0,62 | 0,59 |
| C18:2n-6c (linoleico) | 2,48 | 2,68 | 3,38 | 2,92 |
| C18:3n-6 (γ -linolenico) | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,05 |
| C18:3n-3 (α -linolênico) | 0,61 | 0,56 | 0,58 | 0,39 |
| C20:2 (eicosadienoico) | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| C20:3n-3 (di-homo- γ linolênico) | 0,21 | 0,23 | 0,23 | 0,20 |
| C20:3n-6 (di-homo- α linolênico) | 0,11 | 0,09 | 0,08 | 0,08 |
| C20:4n-6 (araquidônico) | 0,07 | 0,06 | 0,04 | 0,04 |
| C20:5n3 (eicosapentaenoico) | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| CLA-c9-t11 | 0,56 | 0,60 | 0,50 | 0,53 |
| CLA-t10-c12 | 0,12 | 0,13 | 0,12 | 0,12 |
| DHA (docosaenoico) | 0,39 | 0,37 | 0,33 | 0,27 |
| AGS | 48,85 | 47,83 | 49,66 | 46,91 |
| AGMI | 45,92 | 46,66 | 44,31 | 47,84 |
| AGPI | 5,23 | 5,51 | 6,03 | 5,24 |
| n-6 | 3,27 | 3,55 | 4,19 | 3,67 |
| n-3 | 1,21 | 1,16 | 1,15 | 0,86 |
| n-6/n-3 | 2,70 | 3,06 | 3,64 | 4,27 |
| AGPI/AGS | 0,11 | 0,12 | 0,13 | 0,11 |

CLA: Ácido linoleico conjugado; AGS: Ácidos graxos saturados; AGMI: Ácidos graxos monoinsaturados; AGPI: Ácidos graxos polinsaturados; n-6: Ácidos graxos da série ômega 6; ; n-3: Ácidos graxos da série ômega 3; n-6/n3: Razão dos ácidos graxos da série ômega 6 e ômega 3; AGPI/AGS: Razão dos ácidos graxos polinsaturados e saturados

3.7 Análise estatística

A significância do coeficiente de correlação foi testada por meio do teste “t” a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SAS. Para análise dos dados, foi

calculado o coeficiente de correlação linear de Pearson entre a composição dos ácidos graxos consumidos e a composição dos ácidos graxos encontrados no músculo, em que “r” assume valores entre -1 (associação linear negativa) e 1 (associação linear positiva).

IV RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 8, estão expostas as correlações entre os ácidos graxos saturados (AGS) encontrados nas dietas experimentais, com os ácidos graxos depositados no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos suplementados a pasto. Os ácidos graxos saturados encontrados na dieta foram o ácido láurico (C12:0), o margárico (C17:0), o araquídico (C20:0) e o henicossanoico (C21:0).

Tabela 8. Correlação entre os ácidos graxos saturados da dieta com os ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos mestiços suplementados em pastagens

| Ácidos graxos do músculo | Ácidos graxos da dieta | | | | | | | |
|--------------------------|------------------------|------|--------|------|-------|------|-------|------|
| | C12:0 | | C17:0 | | C20:0 | | C21:0 | |
| | r | P | r | P | r | P | R | P |
| C17:0 | -0,43 | 0,01 | 0,49 | 0,00 | 0,36 | 0,03 | 0,49 | 0,00 |
| C14:1 | -0,44 | 0,01 | 0,49 | 0,00 | 0,52 | 0,00 | 0,47 | 0,00 |
| C15:1 | - | - | 0,43 | 0,01 | 0,44 | 0,01 | 0,40 | 0,02 |
| C17:1 | -0,48 | 0,00 | 0,55 | 0,01 | 0,46 | 0,07 | 0,55 | 0,00 |
| C18:3n-3 | -0,38 | 0,03 | - | - | - | - | - | - |
| C20:3n-6 | - | - | - | - | 0,49 | 0,00 | - | - |
| C20:4n-6 | - | - | - | - | 0,49 | 0,00 | - | - |
| n-6/n-3 | - | - | - 0,35 | 0,04 | - | - | 0,34 | 0,04 |

C12:00- ácido láurico C17:00- ácido margárico; C20:0- ácido araquídico; C21:0- ácido henicossanoico; C14:1- ácido miristoleico; C15:1- ácido pentadecenoico; C17:1- ácido heptadecenoico; C18:3n-3- ácido linolênico; C20:3n-6- ácido eicosatrienoico; C20:4n-6- ácido araquidônico; n-6/n-3- razão ômega 3 e ômega 6.

O ácido láurico da dieta, apresentou correlações moderadas negativas com ácido C17:0, C14:1 e C17:1 e fraca negativa com o ácido C18:3 n-3. Desta forma, o consumo do C12:0, promoveu a redução da deposição de ácidos graxos insaturados e polinsaturados mencionados e aumento da razão n-6/n-3 na carne dos animais do presente estudo.

De forma geral, a carne bovina tem menor teor de AGI, devido ao processo característico do metabolismo dos lipídeos anteriormente explicado. Aproximadamente 5% dos ácidos graxos totais na carne são insaturados (Toral et al., 2018). Todavia, sabe-se que a alimentação também pode influenciar nas quantidades de ácidos graxos

insaturados da carne, sendo assim, os resultados encontrados podem estar atrelados ao aumento do consumo de concentrado via suplementação, o qual é responsável por reduzir os AGI e elevar os AGS.

A alimentação a pasto é fornecedora de um maior teor de ácidos graxos insaturados e da série n-3, dentre eles, o ácido C18:3n-3 na carne de ruminantes. Contudo, ao longo dos anos, os estudos têm mostrados que o aumento no nível de suplementação, diminui o teor de ácidos graxos n-3, dentre eles o C18:3n-3 (Nuernberg et al., 2005; Rossato et al., 2010).

O ácido da dieta C17:0 apresentou correlações moderadas positivas com os ácidos C17:0, C14:1, C15:1, C17:1 e fraca negativa com a razão n-6/n-3. A correlação entre o C17:0 e o C15:1, pode ser explicada devido ao consumo de ácido propiônico proveniente do concentrado, e pela ação da enzima propionil-CoA sintetase, encontrada nas bactérias ruminais é transformado em propionil-CoA e finalmente em ácidos graxos de cadeia ímpar, sendo então incorporados aos tecidos dos animais (Fernandes et al., 2009).

O resultado da correlação positiva entre o C17:0 e o C17:1 pode ser justificado pelo processo de dessaturação das cadeias carbônicas dos AGS que ocorre no retículo endoplasmático das células. É reportado na literatura que alguns tecidos, como a mucosa intestinal, fígado e células adiposas contém uma enzima chamada esteroil-CoA dessaturase (SCD), ou $\Delta 9$ -dessaturase, que converte ácidos graxos saturados em seus respectivos monoinsaturados, proporcionando diferenças entre o perfil de ácidos graxos que é absorvido e o que é depositado nos adipócitos (Tume, 2004; Smith et al., 2006).

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 (Cediél et al., 2022).

Os ácidos graxos C20:0 e C21:0 da dieta apresentaram correlações positivas com os ácidos C17:0, C14:1, C15:1, C17:1, C20:4 n-6, C20:3 n-6 e com a razão n-6/ n-3.

Strada (2013), também observou correlação positiva para o C21:0 e o C15:1. Fernandes et al., (2009), ao avaliarem o efeito dos níveis de concentrado, encontraram maiores concentrações de C15:1 no nível de 60% de concentrado, quando comparado com 40%, justificando que a maior síntese de ácido propiônico, resultante do aumento dos níveis de concentrado na dieta, proporciona maior síntese do ácido C15:1.

As correlações para o ácido C20:0 e C21:0 da dieta com os ácidos C20:4 n-6 e C20:3 n-6, podem estar relacionadas ao alongamento das cadeias carbônicas por meio de uma série de reações orgânicas, sob a regulação de um intrincado complexo enzimático e ação de enzimas alongases presentes no retículo endoplasmático das células, em que os ácidos graxos de cadeia longa são sintetizados (Almeida, 2011).

A presença de AGI como os ácidos C14:1, C15:1 e C17:1 em maior quantidade nos lipídios da carne de bovinos influencia a sua qualidade nutricional, isto por que a insaturação induz a uma maior qualidade, em virtude dos efeitos positivos à saúde humana, já que estas têm sido associadas à redução dos níveis de triglicérides no colesterol total e LDL-c (“colesterol ruim”) e aumento dos níveis de HDL-c (“colesterol bom”) no plasma sanguíneo, importante para reduzir as doenças cardiovasculares (Bradley et al., 2008; Santos, 2013).

As correlações negativas apresentadas entre os AGS consumidos e a razão n-6/n-3 são resultados importantes e favoráveis. Estes resultados eram esperados em virtude da maior presença dos ácidos graxos principalmente do gênero n-3, em pastagens do que em alimentos concentrados. A literatura reporta superioridade de ácidos graxos n-3 na composição lipídica da carne de animais alimentados em pastagens assim como demonstra semelhança nos n-6 da gordura intramuscular de bovinos alimentados em diferentes sistemas (Nuernberg et al., 2005; Gatellier et al., 2005; Rossato et al., 2010).

Na tabela 9, estão expostas as correlações entre os ácidos graxos monoinsaturados da dieta com os ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos suplementados a pasto.

O ácido C16:1 da dieta apresentou correlação moderada negativa com os ácidos C17:0, C14:1, C15:1, C17:1, 20:4 n-6 e moderada positiva com os ácidos graxos da série n-6. Indicando que o consumo deste ácido graxo, promove redução da deposição de AGMI e AGPI e aumento da deposição de ácidos graxos da série ômega 6.

Os AGMI C20:1 e o C24:1 da dieta apresentaram correlações positivas com os ácidos graxos C17:0, C14:1, C15:1, C17:1, 20:4 n-6 e forte negativa com os ácidos graxos da série n-6. Desta forma, o consumo de AGMI C20:1 e C24:1 proveniente da dieta, promoveram a maior deposição de ácidos graxos de cadeias também insaturados.

Tabela 9. Correlação entre os ácidos graxos monoinsaturados da dieta com os ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos mestiços suplementados em pastagens

| Ácidos graxos do músculo | Ácidos graxos da dieta | | | | | |
|--------------------------|------------------------|------|-------|------|-------|------|
| | C16:1 | | C20:1 | | C24:1 | |
| | r | P | r | P | R | P |
| C17:0 | -0,48 | 0,00 | 0,49 | 0,00 | 0,49 | 0,00 |
| C14:1 | -0,50 | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 0,49 | 0,00 |
| C15:1 | -0,46 | 0,00 | 0,43 | 0,01 | 0,42 | 0,01 |
| C17:1 | -0,56 | 0,00 | 0,55 | 0,00 | 0,54 | 0,00 |
| C20:4n-6 | -0,39 | 0,03 | 0,35 | 0,04 | 0,35 | 0,04 |
| n-6 | 0,66 | 0,00 | -0,70 | 0,00 | -0,69 | 0,00 |

C16:1- ácido palmitoleico; C20:1- ácido gadoleico; C24:1- ácido nervônico; C17:0- ácido margárico; C14:1- ácido miristoleico; C15:1- ácido pentadecenoico; C17:1- ácido heptadecenoico; C20:4n-6- ácido araquidônico; n-6- ômega 6.

Estes resultados não eram esperados, visto que quando ingeridos, os AGI passam pelo processo de biohidrogenação mediado por bactérias presentes no rúmen, como estratégia de sobrevivência, devido a toxicidade provocada pelos AGI (Kim et al., 2009). Contudo, os animais do presente estudo, foram mantidos em pastagem, a qual é rica em ácidos graxos polinsaturados, desta forma, o maior aporte desses ácidos pode ter acarretado maior escape no processo de biohidrogenação, deixando-os passar pelo rúmen e serem depositados tal como ingeridos. Assim, quanto maior sua ingestão, maior sua deposição no músculo.

Além disso, quando na dieta ocorre a inclusão de alimentos concentrados, e com elevada presença de carboidratos rapidamente degradáveis, há a contribuição para um menor tempo de retenção do alimento no rúmen e, conseqüentemente, um menor tempo de atuação do processo de biohidrogenação sobre os AGI (Shingfield et al., 2013) em que, nestas situações escapam da fermentação ruminal e são absorvidos no intestino delgado.

Dentre as correlações observadas, faz-se destaque a correlação positiva entre os AGMI da dieta (C20:1 e C24:1) e o ácido C20:4 n-6. Os ácidos graxos de cadeia longa como o C20:4 n-6, são sintetizados no músculo a partir do ácido C18:2n-6, por meio da ação de enzimas alongases e dessaturases presentes no retículo endoplasmático das células. Entretanto, diferentemente do esperado, o ácido C20:4 n-6 aumentou sua deposição no músculo, por intermédio dos ácidos C20:1 e C24:1. Esta resposta pode ser explicada em função do ácido C20:4 n-6 ser um n-6, estando presente principalmente em

dietas que contém concentrado. Segundo Wood et al. (2008) e Toral et al. (2018), o ácido C20:4 n-6 está presente em carnes magras de ruminantes.

O ácido C20:4 n-6 está relacionado com a produção de eicosanoides (Wood et al., 2008), que 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 C20:4 n-6 são biologicamente ativos em pequenas concentrações e, em elevadas quantidades, favorecem a síntese de eicosanoides inflamatórios e contribuem para formação de trombos e ateromas (Bénédicte et al., 2006; Lof et al., 2010).

Observou-se ainda, correlação negativa entre os AGMI da dieta e os ácidos graxos n-6, indicando redução da deposição dos mesmos na carne dos animais do presente estudo. Os n-6 exercem importante papel fisiológico: participam da estrutura de membranas celulares, influenciando a viscosidade sanguínea, permeabilidade dos vasos e reação inflamatória (Rondó Jr., 2011).

Na tabela 10 estão expostas as correlações entre os ácidos graxos polinsaturados da dieta com os ácidos graxos depositados no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos suplementados a pasto.

Tabela 10. Correlação entre os ácidos graxos polinsaturados da dieta com os ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos mestiços suplementados em pastagens

| Ácidos graxos do músculo | Ácidos graxos da dieta | | | | | | | | | |
|--------------------------|------------------------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|
| | C18:2n-6 | | C18:3n-3 | | C20:5n-3 | | C20:4n-6 | | C22:6n-3 | |
| | R | P | R | P | r | P | r | P | r | P |
| C17:0 | 0,39 | 0,00 | 0,49 | 0,00 | 0,52 | 0,00 | -0,44 | 0,01 | 0,47 | 0,00 |
| C14:1 | 0,42 | 0,01 | 0,50 | 0,00 | 0,51 | 0,00 | -0,42 | 0,01 | 0,46 | 0,00 |
| C15:1 | 0,35 | 0,04 | - | - | 0,47 | 0,00 | - | - | 0,39 | 0,02 |
| C17:1 | 0,56 | 0,00 | 0,55 | 0,00 | 0,65 | 0,01 | -0,52 | 0,00 | 0,50 | 0,00 |
| C18:3n-3 | 0,42 | 0,01 | - | - | - | - | -0,39 | 0,02 | - | - |

C18:2n-6- ácido linoléico; C18:3n-3- ácido linolênico; C20:5 n-3- ácido eicosapentaenoico; C20:4n-6- ácido araquidônico; C22:6 n-3- ácido docosapentaenoico; C17:0- ácido margárico; C14:1- ácido miristoleico; C15:1- ácido pentadecenoico; C17:1- ácido heptadecenoico; C18:3n-3- ácido linolênico.

O ácido graxo da dieta C18:2n-6 apresentou correlações moderadas positivas com os ácidos graxos C17:0, C14:1, C15:1, C17:1 e C18:3n-3. Sabe-se que nos ruminantes, parte significativa dos AGI são biohidrogenados no rúmen, antes de serem absorvidos. Este processo, portanto, pode ter ocorrido de forma incompleta para o ácido graxo C18:2n-6, visto que a maior parte das correlações positivas entre o mesmo, ocorreu com os AGMI (C14:1, C15:1, C17:1).

Já a correlação positiva entre o ácido graxo C18:3n-3 da dieta e o ácido graxo C18:2n-6 depositado no músculo, pode ser explicada através do processo de dessaturação, realizado pela enzima $\Delta 6$ dessaturase, encontrada no retículo endoplasmático das células animais, convertendo o ácido linoleico a linolênico.

O ácido graxo C18:3n-3 da dieta apresentou correlações moderadas positivas com os ácidos graxos depositados no músculo C17:0, C14:1 e C17:1. Estas respostas seguem a mesma tendência do processo de biohidrogenação incompleto, chegando ao intestino, ácidos graxos monoinsaturados, sendo então absorvido e depositado no músculo.

O ácido graxo C20:5n-3 da dieta apresentou correlações positivas com os ácidos graxos depositados no músculo C17:0, C14:1, C15:1 e C17:1.

O ácido graxo C20:4n-6 da dieta apresentou correlações moderadas negativas com os ácidos graxos depositados no músculo C17:0, C14:1, C17:1 e C18:3n-3. Desta forma, a presença do ácido C20:4n-6 na dieta pode ter reduzido a deposição dos ácidos graxos supramencionados no músculo, especialmente o ácido graxo C18:3n-3, uma vez que esses ácidos compartilham dos mesmos sistemas enzimáticos e competem entre si pelas vias metabólicas de alongamento e dessaturação (Hautrive et al., 2012), desta forma, com uma dieta rica em alimentos concentrados ocorre o comprometimento da deposição dos ácidos graxos da série n-3.

O ácido graxo C22:6n-3 da dieta apresentou correlações moderadas positivas com os ácidos graxos depositados no músculo C17:0, C14:1, C15:1 e C17:1. Isto demonstra que o consumo do ácido graxo C22:6n-3 favoreceu a deposição dos ácidos graxos mencionados acima.

Na tabela 11 estão expostas as correlações entre os ácidos graxos n-6, e a razão n-6/n-3 da dieta com os ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos suplementados a pasto. Os ácidos graxos da série n-6 apresentaram correlação fraca negativa com o ácido C18:3n-3 e fraca positiva com a razão n-6/n-3. Assim como a razão n-6/n-3 da dieta correlacionou-se de forma fraca e positiva a razão n-6/n-3 da carne.

Estes resultados podem ser atribuídos ao consumo de concentrado fornecido na dieta dos animais, o qual contém elevadas quantidades de ácidos graxos n-6. Segundo Garcia et al. (2008) e Boufaied et al. (2003), os ácidos graxos da série n-6 e a razão n-6/n-3 é mais influenciada pelo efeito da dieta oferecida aos animais.

Tabela 11. Correlação entre os ácidos graxos n-6, n-3 e a relação n-6: n-3 da dieta com os ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos mestiços suplementados em pastagens

| Ácidos graxos do músculo | Ácidos graxos da dieta | | | |
|--------------------------|------------------------|------|---------|------|
| | n-6 | | n-6/n-3 | |
| | r | P | r | P |
| C18:3n-3 | -0,35 | 0,01 | - | - |
| n-6/n-3 | 0,36 | 0,01 | 0,36 | 0,01 |

n-6: ômega 6; n-6/n-3: razão ômega 3 e ômega 6; C18:3n-3: ácido linolênico.

A forragens são componentes importantes na dieta, apresentando uma influência considerável no perfil de ácidos graxos da carne de ruminantes, em que, animais terminados com alimentação de altos teores de concentrados apresentam diferenças aos terminados à pasto ou com alta participação de forragens na dieta (Ponnampalam et al., 2006; Aldai et al., 2011). Geralmente, as dietas ricas em alimentos concentrados, são boas fontes de C18:2 n-6, enquanto que forragens são ricas em C18:3 n-3, que representam 50-75% do teor total de ácidos graxos das forragens (Dierking et al., 2010), influenciando diretamente em uma maior participação destes isômeros na carne dos bovinos.

Cediel et al. (2022) avaliando três estratégias de suplementação, verificaram que os animais que receberam apenas suplementação mineral apresentaram menores concentrações de n-6 na carne, quando comparado com aqueles que receberam suplementação proteica em maior nível (0,3 e 0,6% do peso vivo). Desta forma, fica explícito que a dieta é o principal fator ambiental que influencia a composição de ácidos graxos da carne de ruminantes, superior aos efeitos referentes aos fatores genéticos (De Smet et al., 2004; Kouba & Mourot, 2011). Porém, como já citado, ocorre uma extensa lipólise e biohidrogenação ruminal que resulta em uma ampla diversidade de isômeros de ácidos graxos na carne dos ruminantes, configurando pouca semelhança ao perfil de ácidos graxos da dieta (Vahmani et al., 2015).

Pereira (2015) avaliando o fornecimento de dois níveis de suplementação (0,3 e 0,6% do PV) proteica/energética na terminação de novilhos em pastagem, verificou que a concentração n-3 não foi influenciada pelo nível de concentrado na dieta. Em relação ao n-6, a concentração foi superior para os animais que receberam maior quantidade de concentrado.

Martin et al. (2006), relatam em seu trabalho que a necessidade de diminuir a razão n-6/n-3 nas dietas modernas também tem sido sugerida pelos resultados de alguns estudos clínicos realizados na última década. Entre esses, destacam-se a diminuição de 70% na taxa de mortalidade em pacientes com doença cardiovascular, quando a razão na dieta foi de 4:1; a redução nas inflamações decorrentes da artrite reumatóide, quando a razão n-6/n-3 da dieta esteve entre 3 a 4:1, a diminuição dos sintomas decorrentes da asma, quando a razão esteve próxima a 5:1, sendo que em 10:1 os sintomas foram intensificados.

Além disso, ressalta-se a existência de uma competição entre os ácidos graxos das famílias n-6 e n-3 pelas enzimas envolvidas nas reações de dessaturação e alongamento da cadeia, devendo assim existir equilíbrio na ingestão de n-6 e n-3, pois um excesso de n-6 poderá impedir, por efeito de competição, a transformação do ácido graxo da série n-3 em seus derivados de cadeia longa (Martin et al., 2006).

A avaliação da qualidade nutricional da carne de ruminantes pode ser estudada através da avaliação do conteúdo de AGS, AGM e AGPI, além de outros fatores como as razões n6/n3, das dietas e como estes ácidos interferem no valor nutricional da carne.

Estão expostos na tabela 12 as correlações entre os ácidos graxos saturados totais (AGST), ácidos graxos monoinsaturados totais (AGMIT) e os ácidos graxos polinsaturados totais (AGPIT) da dieta e os depositados no músculo.

Tabela 12. Correlação entre o somatório dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e polinsaturados da dieta com os ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos mestiços suplementados em pastagens

| Ácidos graxos do músculo | Ácidos graxos da dieta | | | | | |
|--------------------------|------------------------|------|-------|------|-------|------|
| | AGST | | AGMIT | | AGPIT | |
| | r | P | r | P | r | P |
| C17:0 | -0,41 | 0,01 | 0,47 | 0,00 | -0,35 | 0,04 |
| C14:1 | - | - | 0,45 | 0,00 | - | - |
| C15:1 | -0,35 | 0,04 | 0,37 | 0,03 | - | - |
| C17:1 | -0,39 | 0,02 | 0,54 | 0,00 | -0,48 | 0,00 |
| C18:3n-3 | - | - | 0,35 | 0,04 | -0,37 | 0,03 |
| n-6/n-3 | 0,57 | 0,00 | -0,69 | 0,00 | 0,56 | 0,00 |

AGST- Ácidos graxos saturados totais; AGMIT- Ácidos graxos monoinsaturados totais; AGPIT- Ácidos graxos polinsaturados totais; C17:0- ácido margárico; C14:1- ácido miristoleico; C15:1- ácido pentadecenoico; C18:3n-3- ácido linolênico; n-6/n-3- razão ômega 6 e ômega 3

Os AGST da dieta apresentaram correlação moderada negativa com o ácido C17:0, fraca negativa com o C15:1 e C17:1 e moderada positiva com a razão n-6/n-3. Essa diferença na composição de ácidos graxos decorre principalmente do aumento do

consumo de AGS, sendo assim ocorre redução da deposição de AGI (C15:1 e C17:1) e aumento da razão n-6/n-3.

Os AGMIT da dieta, apresentaram correlações moderadas positivas com os ácidos C17:0, C14:1, C17:1 e fraca positiva com o ácidos graxos C15:1 e C18:3 n-3 e correlação moderada negativa com a razão n-6/n-3. Na maioria dos mamíferos, a presença de ácidos graxos de cadeia ímpar é pequena, resumindo-se aqueles de 15 e 17 carbonos. Nos animais ruminantes, estes são formados pela síntese *de novo* a partir do ácido propiônico produzido no processo de fermentação ruminal, principalmente de carboidratos não fibrosos. Desta forma, o aumento do consumo de concentrado promoveu o aumento da concentração de C17:0, C17:1 e C15:1 na carne.

O aumento da deposição do ácido graxo C18:3 n-3, visualizado através das correlações positivas, se devem ao fato que a alimentação fornecida à base de forragem apresentam superioridade deste ácido graxo n-3 (C18:3 n-3), o que pode influenciar que os teores permanecessem mais altos na alimentação consumida e isso reflete nos teores finais dos mesmos na carne, mesmo feito observado por Cediel et al. (2022) e Rossato et al. (2010) trabalhando com animais na fase de terminação a pasto e, como resultado, encontraram na gordura intramuscular dos animais maior deposição de C18:3 n-3. Segundo os autores, esses resultados sugerem houve maior aporte nas quantidades de C18:3 n-3, o qual passou no rúmen sem sofrer biohidrogenação.

Para AGPIT, observou-se que o processo de biohidrogenação pode ter ocorrido, visto as correlações negativas apresentadas entre os AGPIT da dieta e os ácidos C17:0, C17:1, C18:3 n 3 e positiva com a relação n-6/n-3.

Enriquecer a carne de ruminantes com maiores proporções de AGPI e AGMI, necessitam de maiores atenções e estudos para serem empregados em ampla escala produtiva. Atenção deve ser direcionada principalmente aos possíveis efeitos da oxidação lipídica, tendo em vista que AGPI são mais susceptíveis à oxidação (Mahecha et al., 2010), onde por exemplo, C18:3 n-3 é oxidado 10 vezes mais rápido que o oleico, e 20-30 vezes mais rápido que o linolênico (Li & Liu, 2012) podendo levar ao desenvolvimento de sabores/aromas rejeitados pelo consumidor (Diaz et al., 2011; Jiang et al., 2011).

V CONCLUSÃO

Os ácidos graxos presentes nas dietas apresentaram correlações com a maioria dos ácidos graxos depositados no músculo *Longissimus dorsi*. Houve aumento na deposição dos ácidos graxos monoinsaturados totais e redução da razão entre os ácidos graxos da série n-6 e os da série n-3.

VI REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDAI, N.; DUGAN, M. E. R.; KRAMER, J. K. G.; MARTINEZ, A.; CAMPOS, O. L.; OSORO, K. Length of concentrate finishing affects the fatty acid composition of grass-fed and genetically lean beef: an emphasis on trans-18:1 and conjugated linoleic acid profiles. **Animal**, v. 5, p. 1643–1652, 2011.

ALMEIDA, V.V.S. **Glicerina bruta em suplementos para novilhas mestiças em pastagens**. 2011. 127f. Tese (Doutorado em Zootecnia). – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Itapetinga.

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, p.527-541, 2014.

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.

Associação Brasileira de Indústrias Exportadoras - ABIEC. **Beef Report perfil da pecuária no Brasil**. (2022). Disponível em:<<https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2021/>> Acesso em: 07 jul. 2022.

BARONI, C.E.S.; LANA, R.P.; MANCIO, A.B.; QUEIROS, A.C.; SVERZUT, C.B.; MENDONÇA, B.P.C. Desempenho de novilhos suplementados e terminados em pasto, na seca, e avaliação do pasto. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p.373-381, 2010.

BAUCHART, D. Lipid absorption and transport in ruminants. **Journal of dairy science**. v.76(12), p.3864-3881, 1993.

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, p.2564-2573, 2000.

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, p.688- 695, 2006.

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, p.688- 695, 2006.

BERCHIELLI, T.T.; PIREZ, A.V.; OLIVEIRA, S.G.D. **Nutrição de ruminantes 2ed.** FUNEP, 2011.

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

BOUFAIED, H.; CHOUINARD, P.Y.; TREMBLAY, G.F. Fatty acids in forages. I. Factors affecting concentrations. **Canadian Journal of Animal Science**, v.83, p.500-511, 2003.

BRADLEY, R.L.; FISHER, F.M.; MARATOS-FLIER, E.; Dietary fatty acids differentially regulate production of TNF- α and IL-10 by murine 3T3-L1 adipocytes. **Obesity Silver Spring**, v. 16, p. 938-944, 2008.

CAMPBELL, A. G. Grazed pastures parameters: I. Pasture dry matter production and availability in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. **Journal of Agriculture Science**, v.67, p.211-216, 1996.

CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.335-342, 2008.

CEDIEL, D.; SILVA, R.R.; SILVA, F.F.; SANTOS, L.V.; SILVA, A.P.G. SANTOS, M.C.; MELGAR, O.A.; PAIXÃO, T.R.; SILVA, J.W.D.; ROSSA, F.; SERRANO, R.D.C. Fatty acid profile of beef from crossbred steers supplemented in grazing. **Research Square**, v.1, p.12, 2022.

CHEN, Y.; HOUGHTON, L.A.; BRENNAN, J.T.; NOY, N. Docosahexaenoic acid modulates the interactions of the interphotoreceptor retinoid-binding protein with 11-cis-retinal. *Journal of Biological Chemistry*, v. 271, p. 20507-20515, 1996.

CHRISTIE, W.W. Lipid metabolism in ruminant animals. **Elsevier**, v.16, p.40, 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, p.191-200, 2017.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4^a ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900p.

DE SMET, S.; RAES, K.; DEMEYER, D. Meat fatty acid composition as affected by genetic factors. **Animal Research**, v. 53, p. 81–88, 2004.

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 Δ 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, p.1-11, 2010.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C. **Métodos para análise de alimentos – INCT – Ciência Animal**. Instituto nacional de ciência tecnologia de ciência animal. 2021, Cap. 15 pag. 205.

DETMANN, E.; VALENTE, E. E. L.; BATISTA, E. D.; HUHTANEN, P. An evaluation of performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle feed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, v. 162, p. 141-153, 2014b.

DÍAZ, M.T.; CAÑEQUE, V.; SÁNCHEZ, C.I.; LAUZURICA, S.; PÉREZ, C.; FERNÁNDEZ, C.; ÁLVAREZ, I.; FUENTE, J. D. Nutritional and sensory aspects of light lamb meat enriched in n-3 fatty acids during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v. 124, p. 39 147–155, 2011.

DIERKING, R. M.; KALLENBACH, R. L.; ROBERTS, C. A. Fatty acid profiles of Orchardgrass, tall fescue, perennial Ryegrass, and Alfalfa. **Crop Science**, v. 50, p. 391–402, 2010.

DOS SANTOS A.; J.J, MARQUES.; J.A, MACEDO.; L.M, PRADO.; J.M, VISANTAINER.; J.V.; 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, p.443-449, 2008.

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, p.1439-1447, 2016.

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

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G. H. S. J. **Biol. Chem.** 226, 497. 1957.

FREIRE, M.T.A.; NAKAO, M.Y.; GUERRA, C.C.; CARRER, C.C.; SOUZA, S.C.; TRINDADE, M.A. Determinação de parâmetros físico-químicos e de aceitação sensorial da carne de cordeiros proveniente de diferentes tipos raciais. **Alimentos e Nutrição**, v.21, p.481-486, 2010.

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

GARCIA, P.T.; PENSEL, N.A.; SANCHO, A.M. Beef lipids in relation to animal bred and nutrition in Argentina. **Meat Science**, v.97, p.500-508, 2008.

GATELLIER, P. et al. Effect of finishing mode (pasture or mixed diet) on lipid composition, colour stability and lipid oxidation in meat from Charolais cattle. **Meat Science**, v. 69, p. 175-186, 2005.

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. **Reproduction Nutrition Development**, v.41, p.26, 2001.

GLASSER, F.R.; SCHMIDELY, D.; SAUVANT, M.D. Digestion of fatty acids in ruminants: a meta-analysis of flows and variation factors: 2. C18 fatty acids. **Animal**, v. 2, p. 691-704, 2008.

GODBER, J. M. Nutritional value of muscle food. In: KINSMAN, D. M., KOTULA, A. W. & BREIDENSTEIN, B. C. **Muscle foods**, v.18, p.568, 1994.

GOMIDE, L.A.M.; RAMOS, E.M.; FONTES, P.R. **Ciência e Qualidade da Carne** - Série Didática - Fundamentos. Viçosa: UFV, 2013. 197p.

HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, v.81, p.3226–3232, 2003.

HAUTRIVE, T. P.; MARQUES, A. C.; KUBOTA, E. H. Avaliação da composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos de cortes cárneos comerciais de avestruz, suíno, bovino e frango. **Alimentação e Nutrição**, v.23, p.327-334, 2012.

HOLANDA, M. A. C.; HOLANDA, M. C. R.; MENDONÇA JÚNIOR, A. F. Suplementação dietética de lipídios na concentração de ácido linoleico conjugado na gordura do leite. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.5, p.221-229, 2011.

HOWE, P., MEYER, B., RECORD, S., & BAGHURST, K. Dietary intake of long-chain ω -3 polyunsaturated fatty acids: contribution of meat sources. **Nutrition**, v.22, p.47- 53, 2006.

HWANG YH, JOO ST. Fatty acid profiles, meat quality, and sensory palatability of grainfed and grass-fed beef from Hanwoo, American, and Australian crossbred cattle. **Journal Food Science Animal Resour**, v. 37, p.153-161, 2017.

JENKINS, T.C. Regulation of lipid metabolism in the rumen. **The Journal of nutrition**.v.124, p.1372-1376, 1994.

JIANG, T.; BUSBOOM, J. R.; NELSON, M. L.; MENGARELLI, R. Omega-3 fatty acids affected human perception of ground beef negatively. **Meat Science**, v. 89, p. 390–399, 2011.

JOHNSON, A.D. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: MANETJE, L.T. (Ed.) Measurement of grassland vegetation and animal production. Aberystwyth: **Commonwealth Agricultural Bureaux**. 1978, p.96-102.

KIM E.J, HUWS A.S, LEE MRF, SCOLLAN N.D. Dietary Transformation of Lipid in the Rumen Microbial Ecosystem. **Journal Animal Science**; v.22, p.1341-50, 2009.

Kouba, M., & Mourot, J. A review of nutritional effects on fat composition of animal products with special emphasis on *n*-3 polyunsaturated fatty acids. **Biochimie**, v.93, p.13-17, 2011.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos Ruminantes**, 3a edição, editora UFSM, Santa Maria, 2009.

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

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

LI, Y.; LIU, S. Reducing lipid peroxidation for improving color stability of beef and lamb: onfarm considerations. **Journal of the Science of Food Agriculture**, v. 92, n. 4, p. 719–726, 2012.

LINS, T.O.J.A. **Suplementação para bovinos mestiços recriados a pasto no período seco do ano**. 2015. 135f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Itapetinga.

LOBATO, J.F.P.; FREITAS, A.K. **Carne bovina: Mitos e verdades**. In: CACHAPUZ, J.M.S.; SOUZA, F.A.L.; PINHEIRO, A.C. et al. *Pecuária Competitiva*. Porto Alegre: Ideograf, 2006. p. 93-115.

LOF, M., OLIVO-MARSTON, S., & HILAKIVI-CLARKE, L. n-6 Polyunsaturated fatty acids and cancer. **In Bioactive compounds and cancer**. Humana Press, Totowa, p. 275-307, 2010.

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**, v.87, p.2472-2485, 2004.

LOURENÇO, M.; RAMOS-MORALES, E.; WALLACE, R.J. The role of microbes in rumen lipolysis and biohydrogenation and their manipulation. **Animal**, v. 4, p. 1008–1023, 2010.

MACHADO, P.A.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; PAULINO, M.F.; PAULINO, P.V.R.; MARCONDES, M.I. Desempenho e exigências de energia e proteína de bovinos de corte em pasto suplementados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, p.683-692, 2012.

MAHECHA, L.; DANNENBERGER, D.; NUERNBERG, K.; NUERNBERG, G.; HAGEMANN, E.; MARTIN, J. Relationship between lipid peroxidation and antioxidant status in the muscle of German Holstein bulls fed n-3 and n-6 PUFA-enriched diets. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, p. 8407–8413, 2010.

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

McMENIMAN, N. P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, SIMPÓSIO SOBRE TÓPICOS ESPECIAIS EM ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.131-168.

MENDES, F.B.L. **Níveis de suplementação em dietas de novilhos terminados em pastagens. Itapetinga.** 2013. 93f. (Tese de Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga.

MORAES, A.; MOOJEN, E. L.; MARASCHIN, G. E. Comparação de métodos de taxas de crescimento em uma pastagem submetida a diferentes pressões de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1990. p.332.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 2000. **Nutrient requirements of beef cattle.** 7 rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.: 242p.

NELSON, M.L.; BUSBOOM, J.R.; ROSS, C.F.; FALLON, J.V.O. Effects os supplemental fato n growth performance e quality of beef from steers fed corn finishing diets. **Journal Animal Science**, v. 86, p.936-948, 2008.

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 grassbased and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. **Livestock Production Science**, v.94, p.137-147, 2005.

OLIVEIRA, A.P. **Correlação entre consumo e deposição de ácidos graxos no músculo longissimus de novilhos nelore suplementados em pastagens.** 2008. 51f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Itapetinga.

OLIVO, R. OLIVO, N. **O mundo das Carnes.** Criciúma: Ed. do Autor, 2005, 214p.

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

PANEA, B.; CARRASCO, S.; RIPOLL, G.; JOY, M. Diversification of feeding systems for light lambs: sensory characteristics and chemical composition of meat. **Journal Agricultural Research**, v.9, p.74-85, 2011.

PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SIMFOR, 2006. p.359-392.

PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Bovinocultura funcional nos trópicos. In: VI SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE e II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6., 2008, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2008. p.275-305.

PEREIRA, M.M.S. **Níveis de suplementação em dietas para novilhos terminados em pastagens.** 2015. 80f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Itapetinga.

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, p. 15, 2016.

PIMENTEL, L.R. **Estratégias de suplementação para produção de novilhos precoces em pastagem de *Brachiaria (syn. uruchloa) brizantha* cv. Marandu.** 2018. 101f. Tese (Doutorado em Zootecnia). – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Itapetinga.

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.

PONNAMPALAM, E.; MANN, N.; SINCLAIR, A. Effect of feeding systems on omega-3 fatty acids, conjugated linoleic acid and trans fatty acids in Australian beef cuts: potential impact on human health. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, v. 15, p. 21–29, 2006.

REIS, R.A.; BARBERO, R.P.; KOSCHECK, J.F.W. Manejo de pastagens tropicais e suplementação alimentar para bovinos. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, VI., 2014, São Pedro, SP. **Anais...** São Pedro, SP, 2014, p.12.

RIBEIRO, A.F.; MESSANA, J.D.; JOSÉ NETO, A.; FIORENTINI, G.; BERCHIELLI, T.T. Fatty acid profile, meat quality, and carcass traits of Nelore young bulls fed different sources of forage in high-concentrate diets with crude glycerin. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, p.165-173, 2016.

ROÇA, R. O. **Composição química da carne**. FCA, UNESP, 2000.

ROCHA, W.J.B.; SILVA, R.R.; SILVA, F.F.; CARVALHO, G.G.P.; SILVA, A.P.G.; SILVA, J.W.D.; PAIXÃO, T.R.; FREITAS, T.B.; MENDES, F.B.L.; BARROSO, D.S.; SOUZA, S.O. SANTOS, L.V. Intake, digestibility, and growth performance of Girolando bulls supplemented on pasture in Bahia, Brazil. **Tropical Animal Health Production**, v.51, p.01, 2019.

RONDÓ, J.W. **Sinal verde para a carne vermelha**, 1 edição, editora Gaia, Uberlândia, 2011.

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, p.1127-1134, 2010.

ROTH, M.T.P.; FERNANDES, R.M.; CUSTÓDIO, L.; MORETTI, M.H.; OLIVEIRA, I.M.; PRADOS, L.F. Effect of supplementation level on performance of growing Nelore and its influence on pasture characteristics in different seasons. **Journal of Animal Science**, v.18, p.12, 2019.

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.

SALIBA, E. O. S.; NANJARO, A.; FERREIRA, W. M. et al. Avaliação da lignina de madeira moída do Pinus e da lignina purificada e enriquecida do Eucaliptus grandis (Lipe®), como indicadores externos em experimentos de digestibilidade aparente para coelhos em crescimento. In: TELECOFERÊNCIA SOBRE INDICADORES EM NUTRIÇÃO ANIMAL, 1., 2005, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Escola de Veterinária/UFMG, 2005. p.23 25.

SALIBA, E. O. S.; RODRIGUEZ, N. M.; PILÓ-VELOSO, D. et al. Estudos de caracterização química das ligninas dos resíduos agrícolas de milho e soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa - MG. **Anais...**Viçosa: SBZ, 2000. (CD-ROM).

SANTOS, C. L.; PÉREZ, J. R. O.; CRUZ, C. A. C.; MUNIZ, J. A.; SANTOS, I. P. A.; ALMEIDA, T. R. V. Análise centesimal dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês e Bergamácia. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, p.51-59, 2008.

SANTOS, P.V. **Sistemas de terminação e pesos de abate de bovinos leiteiros visando à produção de carne de vitelão**. 2013. 94f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2013.

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

SHERIFF, D. S. **Medical Biochemistry**. New Delhi: Jaypee Brothers Publishers, 2004, 531p.

SHINGFIELD, K.; BONNET, M.; SCOLLAN, N. Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods. **Animal**, v.7, p. 132-162, 2013.

SILVA, R.R.; PRADO, I.N.; SILVA, F.F.; ALMEIDA, V.V.S.; SANTANA JÚNIOR, H.A.; QUEIROZ, A.C.; CARVALHO, G.G.P.; BARROSO, D.S. Comportamento ingestivo diurno de novilhos Nelore recebendo níveis crescentes de suplementação em pastejo de capim-braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2073-2080, 2010.

SMITH, S. B. et al. Adiposity, fatty acid composition, and delta-9 desaturase activity during growth in beef cattle. **Journal Animal Science**, v. 77, p. 478-486, 2006.

SMITH, S. B., KAWACHI, H., CHOI, C. B., CHOI, C. W., WU, G., & SAWYER, J. E. Cellular regulation of bovine intramuscular adipose tissue development and composition. **Journal of Animal Science**, v.87, p.72–82, 2009.

SNIFFEN, C. J.; OCONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating caule diets. 2. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, N. E. MATSUSHITA, M. VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos: Estrutura, classificação, nutrição e saúde. **Arquivo do Museu Dinâmico Interdisciplinar**, Maringá, v. 2, p.10, 1998.

STRADA, E.S.O. **Glicerina de baixa pureza em suplementos para bovinos não castrados terminados em pastagens**. 2013. 132f. Tese (Doutorado em Zootecnia). – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Itapetinga.

STRADA, E.S.O.; SILVA, R.R.; CARVALHO, G.G.P.; BARBOSA, L.P.; ARAÚJO, F.L.; PINHEIRO, A.M.; EIRAS, C.E. Correlação entre o consumo e a deposição de ácidos graxos em bovinos suplementados com glicerina de baixa pureza em pastagens. **Semina Ciências Agrárias**, v.36, p.3269–3282, 2015.

TORAL, P.G., MONAHAN, F.J., HERVÁS, G., FRUTOS, P., & MOLONEY, A.P. Modulating Ruminant Lipid Metabolism To Improve The Fatty Acid Composition Of Meat And Milk. **Animal**, v.12, p.272–281, 2018.

TUME, R. K. The effects of environmental factors on fatty acid composition and the assessment of marbling in beef cattle: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 44, p. 663-668, 2004.

VAHMANI, P.; MAPIYE, C.; PRIETO, N.; ROLLAND, D. C.; MCALLISTER, T. A.; AALHUS, J. L. The scope for manipulating the polyunsaturated fatty acid content of beef: a review. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 6, n. 1, 2015.

VALADARES FILHO, S. C.; MORAES, E. H. B. K.; DETMANN, E. et al. Perspectivas do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo. In: GONZAGA NETO, S.; COSTA, R.G.; PIMENTAFILHO, E.C.; CASTRO, J.M.C. (Org.). **Anais do Simpósio da 43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. João Pessoa: SBZ: UFPB, 2006, v. 35, p.291-322.

VAN ELSWYK ME, MCNEILL SH. Impact of grass/forage feeding versus grain finishing on beef nutrients and sensory quality: The U.S. experience. **Meat Science**, v.96, p.535-540, 2014.

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: **CORNELL NUTRI ION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS**, 61, 1999, Proceedings... Ithaca: Cornell University, p.176-185, 1999.

WILLIAMS, C.M. Dietary fatty acids and human health. **Annales Zootechnie**, v. 49, p. 165- 180, 2000.

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, p.343–358, 2008.

WOUTERSEN, R. A; APPEL, M.J. Dietary fat and carcinogenesis. **Mutation Research**, v.443, p.111-127,1999.

WYNESS, L.; WEICHSELBAUM, E.; O'CONNOR, A.; WILLIAMS, E. B.; BENELAM, B.; RILEY, H.; STANNER, S. Red meat in the diet: An update. **British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin**, v.36, p.34–77, 2011.

ZAWADZKI, F.; BONAFÉ, E.G.; CARVALHO, V.M.; VITAL, A.C.P.; ORNAGHI, M.G.; PRADO, R.M.; MOLETTA, J.L.; PRADO, I.N. Glycerin and cashew and castor oils inclusion in the diets of Purunã bulls finished in feedlot on fatty acid percentage in the *Longissimus dorsi*. **Research, Society and Development**, v. 10, p. 13, 2021.