



**COMPOSIÇÃO TECIDUAL DA CARÇAÇA E PERFIL
LIPÍDICO DA CARNE DE NOVILHOS HOLANDÊS
CONFINADOS**

RODRIGO SOARES JUNQUEIRA

2018

UESB

RODRIGO SOARES JUNQUEIRA

DOCTORADO

2018



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

**COMPOSIÇÃO TECIDUAL DA CARÇA E PERFIL
LIPÍDICO DA CARNE DE NOVILHOS HOLANDÊS
CONFINADOS**

AUTOR: RODRIGO SOARES JUNQUEIRA
ORIENTADORA: PROF^a. DR^a. CRISTIANE LEAL DOS SANTOS

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
MARÇO DE 2018

RODRIGO SOARES JUNQUEIRA

**COMPOSIÇÃO TECIDUAL DA CARÇA E PERFIL LIPÍDICO DA CARNE
DE NOVILHOS HOLANDÊS CONFINADOS**

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Cristiane Leal dos Santos

Coorientadores: Prof. Dr. Márcio dos Santos Pedreira

Prof. Dr. Mário Norberto Slomp

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
MARÇO DE 2018

636.085 Junqueira, Rodrigo Soares.
J94c Composição tecidual da carcaça e perfil lipídico da carne de novilhos Holandês confinados. / Rodrigo Soares Junqueira. – Itapetinga-BA: UESB, 2018. 98f.

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação da Profª. D.Sc. Cristiane Leal dos Santos e coorientação do Prof. D.Sc. Márcio dos Santos Pedreira e Prof. D.Sc. Mário Norberto Slomp.

1. Novilhos Holandês – Manejo e Dieta. 2. Carcaça – Composição tecidual. 3. Músculos - Ácidos graxos - Colesterol. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Santos, Cristiane Leal dos. III. Pedreira, Márcio dos Santos. IV. Slomp, Mário Norberto. V. Título.

CDD(21): 636.085

Catlogação na Fonte:

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

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Novilhos Holandês – Manejo e Dieta
2. Carcaça – Composição tecidual
3. Músculos - Ácidos graxos - Colesterol

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

Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Titulo: "Composição tecidual da carcaça e perfil lipídico da carne de novilhos Holandês confinados".

Autor (a): Rodrigo Soares Junqueira

Orientador (a): Profª. Drª. Cristiane Leal dos Santos

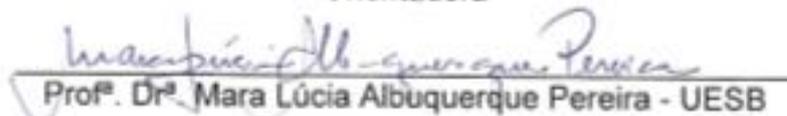
Co-orientador (a): Prof. Dr. Márcio dos Santos Pedreira

Prof. Dr. Mário Norberto Slomp

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



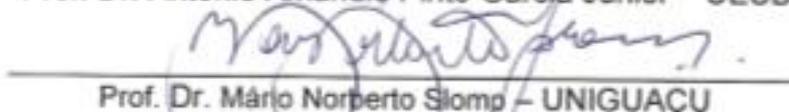
Profª. Drª. Cristiane Leal dos Santos – UESB
 Orientadora



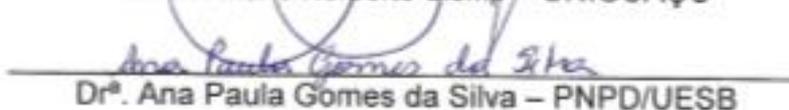
Profª. Drª. Mara Lúcia Albuquerque Pereira - UESB



Prof. Dr. Antônio Amandio Pinto Garcia Júnior – UESB



Prof. Dr. Mário Norberto Slomp – UNIGUAÇU



Drª. Ana Paula Gomes da Silva – PNP/UESB

Data de realização: 09 de março de 2018.

“Suba o primeiro degrau com fé. Não é necessário que você veja toda a escada. Apenas dê o primeiro passo.”

Martin Luther King

Em especial, a Deus, por me proporcionar essa oportunidade;

A minha mãe Jovina, por sempre me apoiar e está presente em todas as etapas da minha vida, sempre com muito amor e dedicação;

Ao meu pai Salvador (*in memorian*), pelos ensinamentos, por sempre me incentivar e por estar ao meu lado;

A minha irmã Allana, que com seu jeito animado sempre me deixa contagiado;

A minha professora, orientadora e amiga Cristiane Leal, por acreditar em mim e me ajudar nos momentos mais difíceis;

A todos os meus amigos, familiares e a minha namorada, que sempre me apoiaram.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por ter me dado força para chegar até aqui e por estar sempre presente em minha vida;

À **Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB**, pela oportunidade e oferecimento do ensino e instalações;

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pela concessão da bolsa de estudos;

Ao **Programa de Pós-graduação em Zootecnia**, por disponibilizar toda a infraestrutura necessária para a conclusão deste trabalho;

Aos meus pais, **Salvador (*in memorian*) e Jovina**, por não medir esforços para me ajudar e por ter intercedido por mim;

A minha orientadora e amiga, **Profa. DSc. Cristiane Leal dos Santos**, pela confiança e acreditar nessa conquista, muito obrigado;

Aos amigos: **Thiago, Luciano, Giovanna, Maurício, Marcus, Leandro, Thon e Jeferson**, pelo apoio e companhia durante a realização das análises laboratoriais;

À **Alice**, por me incentivar a todo momento a lutar em busca dos objetivos; obrigado por estar presente e me deixar sempre confiante;

Ao **Sr. Mario Norberto Slomp**, pelo espaço, pelos animais e por todo apoio;

Ao **Sr. Pedro Ivo Ilkiv**, por ceder o local para realização do experimento;

Aos amigos e companheiros de orientação: **Brenda, Kislla, Carla Brito, Karla Leite e Fábio**, pelo auxílio durante as análises laboratoriais;

Aos funcionários da chácara 03 gerações: **Leonardo “Prude”, André, Fernando, Selvino, Darlei, “Cruz Machado”, “Nego”, Fran, Dona Didia e Ednilson “Nitcho”**, por toda ajuda durante o experimento a campo;

Aos amigos: **Marcelo, Gerson, Wendel (gogo), George, Sandro, Abdias, Fábio Dias, Daniela**, pelos momentos de felicidade e por sempre estarem dispostos a ajudar;

Aos amigos paranaenses: **Maurício, João (Moço), Bruna, Paulinho, Pank, Tonhão, Preto, Sidney**, obrigado por tudo, sempre vou lembrar de vocês. Valeu;

Às **secretárias do PPZ, Raquel e Robertha**, pelo atendimento de todos os nossos pedidos, sempre de forma eficiente e solidária;

Aos professores **Dr. Aureliano José Vieira Pires e Dr. Ivon**, pela disponibilidade dos laboratórios para realização das análises;

Aos primos: **Danilo, Leonardo (Tado), Lázaro, Leandro, Junio, Cristiano, André, Ismael, Aldayr, Uiliam e Gabriel**, pelos churrascos na casa de vó, sempre com muita alegria;

As minhas tias **Maria (tia bia), Maria de Fátima (Nenêm), Silvia, Josina (Zélia), Nadir (didi), Teresinha (tetê, *in memorian*)**, por se esforçarem para manter a família sempre unida e por estarem ao meu lado nos momentos mais difíceis;

A minha “**prima-tia**” **Leuzeny**, que com esse seu jeito sempre procurou nos ajudar e nos manter felizes;

As minhas avós **Dejanira e Eloisa**, pelos momentos de felicidade que passo na casa delas;

Aos meus amigos de república, **Fábio (índio), Maycon (regis), João, Tássio**, por me tolerarem e pelo companheirismo;

A todos os meus **colegas de turma da graduação**, por estarem comigo desde o início e por me incentivarem a fazer o curso;

Aos meus **amigos da Escola Agrotécnica**, que até hoje nos contatamos;

Aos **Professores** das disciplinas cursadas, pelo conhecimento transmitido durante o curso.

BIOGRAFIA

RODRIGO SOARES JUNQUEIRA, filho de Jovina Rodrigues Soares da Silva e Salvador Junqueira da Silva (*in memoriam*), nasceu na cidade de Caetité, estado da Bahia, em 26 de julho de 1989. Em 2004, iniciou o curso de técnico em agropecuária na Escola Agrotécnica Federal Antônio José Teixeira e finalizou em 2006. Em setembro de 2007, iniciou o curso de graduação em Zootecnia na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, onde, em 2013, obteve o título de Zootecnista. Em março de 2013, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção de Ruminantes, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, desenvolvendo a pesquisa com qualidade de carne, mantendo a linha de pesquisa iniciada na graduação, cuja conclusão se deu em fevereiro de 2014. Em novembro de 2013, foi aprovado na seleção de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB. Em março de 2014, iniciou o curso de Pós-Graduação em Zootecnia – Doutorado em Zootecnia, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, sob a orientação da professora Doutora Cristiane Leal dos Santos, realizando estudos na qualidade da carne de bovinos.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE FIGURAS	xiv
LISTA DE ABREVIATURAS	xv
RESUMO	xvi
ABSTRACT	xviii
I - REFERENCIAL TEÓRICO	1
1.1 - Introdução	1
1.2 - Revisão de literatura	3
1.2.1 - <i>Bovinos Holandês</i>	3
1.2.2 - <i>Alto Concentrado</i>	5
1.2.3 - <i>Estratégias de Controle Metabólico Ruminal</i>	9
1.2.3.1 - <i>Virginiamicina</i>	9
1.2.3.2 - <i>Bicarbonato de Sódio (NaHCO₃)</i>	11
1.2.3.3 - <i>Palha de Trigo e Milho Grão Inteiro</i>	12
1.2.4 - <i>Carne Bovina</i>	14
1.2.5 - <i>Lipídios</i>	15
1.2.5.1 - <i>Ácidos Graxos</i>	16
1.2.5.2 - <i>Ômega 6 (ω 6) e Ômega 3 (ω 3)</i>	18
1.2.5.3 - <i>Ácido Linoleico Conjugado (CLA)</i>	20
1.2.5.4 - <i>Colesterol</i>	21
1.2.6 - <i>Biohidrogenação</i>	22
1.2.7 - <i>Índices de Aterogenecidade e Trombogenicidade</i>	24
1.2.8 - <i>Composição do Ganho Corporal</i>	24
II - OBJETIVO GERAL	38
2.1 - <i>Objetivos Específicos</i>	38
III - MATERIAL E MÉTODOS	39
3.1 - Local, Instalações e Animais	39
3.2 - Manejo e Dietas Experimentais	39
3.3 - Obtenção de Amostras da Dieta	41
3.4 - Abate de Bovinos	43
3.5 - Obtenção dos Músculos	44
3.6 - Determinação da Composição Tecidual	44
3.7 - Determinação dos Ácidos Graxos da Dieta e dos Músculos, Lipídios Totais e Energia dos Músculos	45

3.7.1 - Perfil e Quantificação dos Ácidos Graxos	45
3.7.1.1 - Músculos	45
3.7.1.2 - Dietas Experimentais	46
3.7.2 - Transesterificação dos Lipídios Extraídos	46
3.7.3 - Condições Cromatográficas e Identificação dos Ésteres Metílicos e dos ácidos Graxos.....	47
3.7.4 - Quantificação dos Ácidos Graxos.....	47
3.8 - Colesterol	49
3.8.1 - Extração da Matéria Insaponificável.....	49
3.8.2 - Quantificação do Colesterol Total.....	50
3.9 - Análise Estatística	50
IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4.1 - Desempenho Produtivo, Lipídios Totais e Energia dos Músculos	52
4.2 - Composição Tecidual.....	55
4.3 - Ácidos Graxos	60
4.4 - Ácidos Graxos Agrupados.....	74
V- CONCLUSÕES	90
VI - BIBLIOGRAFIA	91

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Composição das dietas, com ajuste da proteína por tratamento, durante o experimento, com base na matéria seca (%MS).....	40
Tabela 2 - Composição química-bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais com base na matéria seca (%MS).....	41
Tabela 3 - Composição percentual (%MS) e química-bromatológica das dietas experimentais.....	42
Tabela 4 - Consumo de nutrientes de novilhos Holandês alimentados com alto teor de concentrado.....	43
Tabela 5 - Composição de ácidos graxos dos ingredientes e da dieta fornecida a bovinos machos Holandeses submetidos a dietas com alto concentrado.....	48
Tabela 6 - Desempenho de novilhos Holandês alimentados com alto teor de concentrado.....	52
Tabela 7 - Lipídeos totais e energia dos músculos <i>Longíssimus Lumborum</i> , <i>Biceps femoris</i> e <i>Semimembranosus</i> de novilhos Holandês alimentados com alto teor de concentrado.....	54
Tabela 8- Valores médios dos tecidos muscular, adiposo e ósseo, observados e estimados pela seção HH, de novilhos Holandês alimentados com dieta de alto grão.....	56
Tabela 9 - Percentagens dos tecidos observados da seção HH e estimada da carcaça de novilhos Holandês alimentados com dieta contendo alto teor de concentrado.....	57
Tabela 10 - Ácidos graxos saturados dos músculos <i>Longíssimus Lumborum</i> , <i>Biceps femoris</i> e <i>Semimembranosus</i> de novilhos Holandês alimentados com alto teor de concentrado.....	61
Tabela 11 - Ácidos graxos saturados dos músculos <i>Longíssimus Lumborum</i> , <i>Biceps femoris</i> e <i>Semimembranosus</i> de novilhos Holandês alimentados com alto teor de concentrado.....	63

Tabela 12 - Ácidos graxos monosaturados dos músculos <i>Longissimus Lumborum</i> , <i>Biceps femoris</i> e <i>Semimembranosus</i> de novilhos Holandês alimentados.....	67
Tabela 13 - Ácidos graxos <i>Cis e Trans</i> dos músculos <i>Longissimus Lumborum</i> , <i>Biceps femoris</i> e <i>Semimembranosus</i> de novilhos Holandês alimentados com alto teor de concentrado.....	69
Tabela 14 - Ácidos graxos do grupo ômega dos músculos <i>Longissimus Lumborum</i> , <i>Biceps femoris</i> e <i>Semimembranosus</i> de novilhos Holandês alimentados com alto teor de concentrado.....	73
Tabela 15 - Ácidos graxos insaturados, saturados e desejáveis dos músculos <i>Longissimus Lumborum</i> , <i>Biceps femoris</i> e <i>Semimembranosus</i> de novilhos Holandês alimentados com alto teor de concentrado.....	75
Tabela 16 - Ácidos graxos monosaturados e polisaturados dos músculos <i>Longissimus Lumborum</i> , <i>Biceps femoris</i> e <i>Semimembranosus</i> de novilhos Holandês alimentados com alto teor de concentrado.....	79
Tabela 17 - Ácidos graxos ômega 3 e ômega 6 dos músculos <i>Longissimus Lumborum</i> , <i>Biceps femoris</i> e <i>Semimembranosus</i> de novilhos Holandês alimentados com alto teor de concentrado.....	81
Tabela 18 - Colesterol, Hipocoleristêmicos e Hipercoleristêmicos dos músculos <i>Longissimus Lumborum</i> , <i>Biceps femoris</i> e <i>Semimembranosus</i> de novilhos Holandês alimentados com alto teor de concentrado.....	84
Tabela 19 - Índice de aterogenicidade, trombogenicidade e desaturase do ácido esteárico dos músculos <i>Longissimus Lumborum</i> , <i>Biceps femoris</i> e <i>Semimembranosus</i> de novilhos Holandês alimentados com alto teor de concentrado.....	88

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 - Crescimento dos tecidos em função da idade do animal.....	26
FIGURA 2 - Tecido muscular observado e estimado.....	59
FIGURA 3 - Tecido ósseo observado e estimado.....	60
FIGURA 4 - Tecido adiposo observado e estimado.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS

AG	Ácidos Graxos
AGI	Ácidos Graxos Insaturados
AGM	Ácido Graxo Monoinsaturados
AGP	Ácidos Graxos Poli-insaturados
AGS	Ácidos Graxos Saturados
CA	Conversão Alimentar
CLA	Ácido Linoleico Conjugado
CNF	Carboidratos Não Fibrosos
CT	Carboidratos Totais
EA	Eficiência Alimentar
EPM	Erro Padrão da Média
FDN	Fibra em Detergente Neutro
FDN _{cp}	Fibra em Detergente Neutro Corrigido Para Cinzas e Proteína
FDA	Fibra em Detergente Ácido
GMD	Ganho Médio Diário
GPT	Ganho de Peso Total
MS	Matéria Seca
PC	Peso Corporal
PVCJ	Peso Vivo com Jejum
HDL	Lipoproteínas de Alta Densidade
LDL	Lipoproteínas de Baixa Densidade
UECO	Unidade Experimental de Caprinos e Ovinos
UESB	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
VHDL	Lipoproteínas de Muito Alta Densidade
VLDL	Lipoproteínas de Muito Baixa Densidade
$\omega 6$	Ômega 6
$\omega 3$	Ômega 3

RESUMO

JUNQUEIRA, Rodrigo Soares. **Composição tecidual da carcaça e perfil lipídico da carne de novilhos Holandês confinados.** Itapetinga, BA: UESB, 2018. 98p. Tese. (Doutorado em Zootecnia, Área de concentração em Produção de Ruminantes).*

Objetivou-se avaliar a substituição do produto comercial Supra Max por virginiamicina e/ou bicarbonato de sódio, associados à palha de trigo sobre a composição de ácidos graxos e colesterol dos músculos *Longissimus lumborum*, *Semimenbranosus* e *Biceps femoris*, e a composição tecidual da carcaça de novilhos Holandês. Foram utilizados 33 bovinos machos, não castrados, da raça Holandesa, que continham um peso médio inicial de 82 ± 1 kg e desmamados com aproximadamente 2,5 meses de idade. Os animais foram confinados em baias coletivas por um período de 8 meses e submetidos a 3 dietas, nas quais substituiu-se o Supra Max (suplemento comercial) por virginiamicina e bicarbonato de sódio, associados à palha de trigo ou com apenas bicarbonato de sódio associado à palha de trigo. As dietas eram isonitrogenadas para um ganho de peso esperado de 1,3 kg diário. A concentração de proteína foi ajustada quatro vezes, ou seja, a cada 60 dias, 21,3; 18,8; 15,3 e 12,3%, respectivamente. Ao final do período experimental, os animais foram conduzidos ao frigorífico Frigogol® na cidade de União da Vitória – PR, onde foram submetidos ao jejum de alimento sólido de 16 horas e, posteriormente, procedeu-se o abate, logo depois as carcaças foram resfriadas por 24 horas e, em seguida, foram retirados os músculos (*Longissimus lumborum*, *Semimenbranosus* e *Biceps femoris*) e a sessão HH, ambos foram armazenados até as análises laboratoriais de ácidos graxos e colesterol dos músculos e a dissecação da sessão HH. Ao avaliar a composição tecidual, observou-se que as dietas não modificaram os pesos da seção HH, do tecido adiposo, do tecido ósseo e das relações músculo: adiposo e músculo: osso, porém, modificaram a deposição de tecido muscular. As dietas com o suplemento comercial e com apenas bicarbonato de sódio foram as que proporcionaram a maior quantidade do tecido ($p = 0,0476$). As dietas não influenciaram na maioria dos ácidos graxos avaliados, com exceção do tridecanoico ($p = 0,0059$), esteárico ($p = 0,0042$), behênico ($p = 0,0009$), nervônico ($p = 0,0308$), oleico trans ($p = 0,0176$), esteárico cis ($p = 0,0001$) e o linolênico ($p = 0,0001$), cujos músculos dos animais que consumiram as dietas $V+NaHCO_3$ e $NaHCO_3$ tiveram maiores quantidades destes, impulsionado pela palha de trigo. Ao agrupar os ácidos graxos, observou-se que

as dietas não influenciaram na maioria das variáveis: os ácidos graxos insaturados, saturados, os desejáveis, os monoinsaturados e poli-insaturados, os omegas 3 e 6, o colesterol e os hipo e hipercolectoristêmicos. A dieta V+NaHCO₃ foi a que proporcionou os menores valores para as razões AGI:AGS, HIPO:HIPER dos músculos; tornando esta dieta a menos recomendada para a alimentação dos animais, em detrimento da saúde humana, entretanto, todos os valores das razões dos ácidos graxos estão dentro da faixa recomendada para consumo humano. Ao avaliar os músculos, observou-se que o *Longísimus lumborum* apresentou menor quantidade de ácidos graxos saturados (p = 0,0013), conseqüentemente uma maior relação AGI:AGS (p = 0,0008); bem como uma melhor relação HIPO:HIPER e menor quantidade de colesterol, juntamente com o *Semimembranosus*; melhor relação ômega 3 e 6; menores índices de aterogenicidade e de trombogenicidade (p = 0,0001 e p = 0,0001, respectivamente); e uma maior ação da enzima delta 9 dessaturase do ácido esteárico. O suplemento comercial pode ser substituído pela virginiamicina + NaHCO₃ ou NaHCO₃, associados à palha de trigo sem que modifique o rendimento do tecido muscular e as relações dos ácidos graxos.

Palavras-chave: ácidos graxos, alto concentrado, ruminantes, tecidos, virginiamicina.

* Orientadora: Cristiane Leal dos Santos-Cruz, D.Sc., UESB e Coorientadores: Márcio dos Santos Pedreira, DSc., UESB e Mario Norberto Slomp, Dr., Uniguaçu.

ABSTRACT

JUNQUEIRA, Rodrigo Soares. **Tissue composition of the carcass and lipid profile of the meat of confined Holstein steers**. Itapetinga, BA: UESB, 2017. 98p. Thesis. (Doctorate in Animal Science, Area of Concentration in Ruminant Production). *

The objective of this study was to evaluate the substitution of the commercial product Supra Max by virginiamycin and / or sodium bicarbonate, associated with wheat straw on the composition of fatty acids and cholesterol of Longissimus lumborum, Semimenbranosus and Biceps femoris muscles, and the carcass composition of steers Dutch. Were used 33 male, uncastrated, Holstein cows, had a mean initial weight of 82 ± 1 kg and weaned at approximately 2.5 months of age. The animals were confined in collective bays for a period of 8 months and were submitted to 3 diets, in which Supra Max (commercial supplement) was replaced by virginiamycin and sodium bicarbonate associated with wheat straw or with only bicarbonate of sodium associated with wheat straw. The diets were isonitrogenated for an expected weight gain of 1.3 kg daily. The protein concentration was adjusted four times, that is, every 60 days, 21.3; 18.8; 15.3 and 12.3% respectively. At the end of the experimental period, the animals were fed to the Frigogol® fridge in the city of União da Vitória, PR, where they were subjected to a 16-hour fasting of solid food and later slaughtered, later the carcasses were cooled for 24 hours and , then the muscles were removed (Longissimus lomborum, Semimenbrabosus e Biceps femoris) and the HH session, both were stored until laboratorial analyzes of fatty acids and cholesterol of the muscles and dissection of the HH session. When evaluating the tissue composition, it was observed that the diets did not modify the weights of section HH, adipose tissue, bone and relations muscle tissue: adipose and muscular: bone, however, modified the deposition of muscle tissue. Diets with the commercial supplement and with only sodium bicarbonate provided the largest amount of tissue ($p = 0.0476$). The diets did not influence the majority of evaluated fatty acids, except for the tridecanoic ($p = 0.0059$), behenic ($p = 0,0009$), nerve ($p = 0.0308$), oleic trans ($p = 0.0176$), stearic cis ($p = 0.0001$) and linolenic ($p = 0.0001$), in which the muscles of the animals that consumed the V + NaHCO₃ and NaHCO₃ diets had higher amounts of these, driven by wheat straw. When grouping the fatty acids it was observed that the diets did not influence in the majority of the variables fatty acids unsaturated, saturated, desirable, monounsaturated and polyunsaturated, omegas 3 and 6, cholesterol

and hypo and hypercholesterolemic. The V + NaHCO₃ diet gave the lowest values for the AGI: AGS, HIPO: HIPER ratios of the muscles; making this diet the least recommended for animal feeding to the detriment of human health, however, all values of the fatty acid ratios are within the range recommended for human consumption. When evaluating the muscles, it was observed that the Longíssimus lumborum showed lower amount of saturated fatty acids ($p = 0.0013$), consequently a higher relation AGI: AGS ($p = 0.0008$), also showed a better relation HIPO: HIPER and lower amount of cholesterol along with Semimembranosus, better ratio omega 3 and 6, lower rates of atherogenicity and thrombogenicity ($p = 0.0001$ and $p = 0.0001$, respectively) and a higher action of the delta 9 desaturase enzyme of stearic acid. The commercial supplement may be substituted for virginiamycin + NaHCO₃ or NaHCO₃ associated with wheat straw without modifying the yield of muscle tissue and relation fatty acid.

Keywords: fatty acids, high concentrate, ruminants, tissue, virginiamycin.

* Adviser: Cristiane Leal dos Santos-Cruz, D.Sc., UESB e Co-Adviser: Márcio dos santos Pedreira, DSc., UESB e Mario Norberto Slomp, Dr., Uniguaçu.

I – REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 – Introdução

O Brasil com 217,5 milhões de cabeças de gado em 2016, segundo o Ministério da Agricultura (MAPA, 2016), possui o segundo maior rebanho efetivo do mundo e, desde 2004, assumiu a posição de maior exportador mundial de carne, comercializando cerca de 20% da carne consumida em mais de 180 países do mundo (ABIEC, 2015). O confinamento tem cada vez mais aumentado a sua parcela de contribuição nesses números, a maximização do lucro, a estacionalidade na produção de forragens e a redução no tempo de retorno do capital na pecuária tem levado a adoção cada vez maior desta prática. A estratégia requer altos investimentos, principalmente relacionados à alimentação, destacando-se como um dos itens mais onerosos, girando em torno de um terço do custo total (EZEQUIEL *et al.*, 2006), sendo necessária a utilização de técnicas que busquem maior eficiência animal no uso do alimento. Nesse sentido, diversas estratégias de manejo e nutricionais têm sido testadas, dentre elas, o fornecimento de rações com alta proporção de concentrado, que pode ser justificado pelo custo da unidade de energia do volumoso ser mais dispendioso do que o dos concentrados, podendo ocorrer principalmente em regiões produtoras de grãos.

O confinamento pode ser ainda uma alternativa para agregar valor ao bezerro macho, oriundo da pecuária leiteira que, nesta atividade, tem pouco valor comercial, além de elevar custos de produção, caso o produtor deseje mantê-lo na propriedade.

A principal preocupação nutricional para animais confinados e alimentados com altas quantidades de concentrados é em relação ao aumento do risco de desordens fisiológicas, como acidose ruminal, que, em estágios mais avançados, evoluem para laminite e abscessos no fígado. Embora o aumento do consumo seja interessante, em função do maior aporte de energia para o ganho de peso, taxas elevadas de ingestão de carboidratos de rápida degradação estão fortemente associadas com a acidose ruminal, devido ao acentuado aumento da população de *Streptococcus bovis*, que fermentam açúcar a lactato, tem um baixo pKa, conseqüentemente cai o pH do meio e cria um nicho para os *Lactobacillus*, acumulando mais lactato ao meio e levando o animal a uma

condição de acidose. Nesse sentido, é fundamental que a pesquisa desenvolva estratégias que permitam o uso de alto concentrado em bovinos com segurança.

Diversas estratégias podem ser utilizadas para prevenir a ocorrência de acidose e outros distúrbios metabólicos em bovinos alimentados com dietas de alto concentrado, como, por exemplo, a inclusão de uma quantidade adequada de fibra em detergente neutro (FDN) de forragem na dieta. Os ruminantes devem consumir quantidades mínimas de fibra efetiva para estimular a atividade de mastigação, manter o fluxo de saliva e um ambiente ruminal favorável ao desenvolvimento dos microrganismos, responsáveis pela digestão de carboidratos e, com isso, a palha de trigo torna-se uma alternativa interessante nesse tipo de manejo. Outra ferramenta de manejo nutricional é o uso de antibióticos não-ionóforos, como a virginiamicina, que tem apresentado efeitos positivos sobre a eficiência alimentar em ruminantes, atuando principalmente contra as bactérias gram-positivas, estabilizando a fermentação ruminal. Também utilizado como estratégia de controle do pH ruminal, destaca-se os tamponantes, que devem ser solúvel em água e seu pKa deve ser próximo ao do pH fisiológico do rúmen. O bicarbonato de sódio é o tamponante mais utilizado e possui um pKa de 6,25.

Efeito de fatores como raça, idade, sexo, condição nutricional e práticas de manejo na deposição de gordura em bovinos têm sido estudados para avaliar a qualidade da carne e seu perfil em ácidos graxos, apesar de alguns pesquisadores ainda acharem que este tipo de parâmetro tem pouca influência no valor comercial da carcaça, considerando que a quantidade de gordura é mais importante. Ácidos graxos saturados se solidificam no resfriamento da carne, influenciando na palatabilidade, e os insaturados aumentam o potencial de oxidação, o que influencia na vida de prateleira e/ou qualidade do produto.

Sabendo do elevado consumo de carne e os benefícios gerados por tal, é de suma importância estudar estratégias alimentares para melhorar o perfil de ácidos graxos da carne bovina, com o intuito de aumentar as concentrações de ácidos graxos mono e poli-insaturados e reduzir as concentrações dos saturados. Isso é importante do ponto de vista da saúde humana, mas também poderá ser utilizado como estratégia de *marketing* pela cadeia da carne bovina, aumentando, assim, o número de consumidores em todo o mundo.

A carne bovina oferece nutrientes essenciais e de alto valor biológico, como proteínas, vitaminas, ácidos graxos essenciais e minerais, porém, nos últimos anos, tem sido associada ao surgimento de doenças cardiovasculares, desordens metabólicas como

o câncer, pelo excesso de colesterol, a diabetes, dentre outros, devido às características de sua gordura que, segundo Lopes *et al.* (2012), apresentaram maiores concentrações de ácidos graxos saturados (AGS) e menores concentrações de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e poli-insaturados (AGPI) em comparação à gordura de não-ruminantes. Contudo, existem ainda alguns ácidos graxos presentes em menores concentrações participantes de processos benéficos à saúde humana, como é caso dos ácidos graxos linoleico e linolênico, que são considerados essenciais, pertencentes às séries ômega 6 e ômega 3, respectivamente, e também o ácido linoleico conjugado (CLA), que apresenta funções como atividade anticarcinogênica, combate a diabetes e aterosclerose, entre outras (MOREIRA *et al.*, 2003). Essa diferença na composição de ácidos graxos decorre principalmente do processo de biohidrogenação que ocorre no rúmen pela ação dos microrganismos.

Devido ao enorme potencial para comercialização da carne bovina e o possível potencial da utilização de bezerros Holandês confinados na pecuária de corte, sobretudo, em regiões produtoras de grãos, onde existe a possibilidade de utilização de um volume maior destes na dieta dos animais, objetivou-se avaliar a influência da substituição do produto comercial na dieta pela virginiamicina e/ou bicarbonato de sódio, ambos associados à palha de trigo, sobre a composição de ácidos graxos dos músculos *Longissimus lumborum*, *Biceps femoris* e *Semimenbronosus* e a composição tecidual da carcaça.

1.2 - Revisão de literatura

1.2.1 - Bovinos Holandês

Pouco se sabe sobre a origem da raça Holandesa, havendo relatos que vão até 2000 a.C. Alguns afirmam que foi domesticada há 2.000 anos nas terras planas e pantanosas da Holanda setentrional e da Frísia (Países Baixos) e também na Frísia Oriental (Alemanha). Por um longo período, essa raça sofreu com desastres naturais ou epidemias e chegou próximo de ser dizimada, havendo relatos de mais de trezentos mil animais mortos, chegando ao final do século XVIII com quase todo o gado antigo destruído. No final do século XIX, o gado ainda não estava dividido em raças, sobressaindo-se o gado importado da Alemanha e da Dinamarca. Buscando melhorar a produtividade leiteira, aumentaram-se as importações da Inglaterra, Europa continental, América do Norte, Índia, África do Sul, Austrália, Ásia etc. Em 1872, foi publicado o

primeiro Herd-Book com o nome “Holstein”, lembrando “Holland”, quando um artigo do próprio Chenery trazia, no título, a palavra “Holstein cattle”, por engano, ao invés de “Holland cattle”. O Herd-Book de 1885 era dedicado ao gado “Holstein – Friesian”, mas em 1978, o nome foi reduzido para apenas “Holstein”.

Não se sabe exatamente a data de introdução da raça Holandesa no Brasil, acredita-se que o gado holandês foi trazido nos anos de 1530 a 1535, período no qual o Brasil foi dividido em capitanias hereditárias.

É inegável a superioridade desses animais na produção de altos volumes de leite, particularmente em regimes mais intensivos. Contudo, na cadeia produtiva do leite, o bezerro macho é desvalorizado, chegando a ser descartado. Uma alternativa utilizada, desde a década de 70, por produtores dos países Norte Americanos e Argentina para agregar valor aos machos Holandês é o confinamento, com a utilização de pouco ou isenta a participação de forragens. Nesses países, essas dietas são utilizadas amplamente por questões climáticas, que impossibilitam a produção constante de volumosos, porém, o milho é abundante e pode ter um bom custo da unidade de energia comparado aos volumosos, poupando-se, com isso, as matrizes da inanição pela escassez de forragem (GRANDINI, 2009).

Segundo Jorge *et al.* (2009), o potencial para corte de bezerros de raças leiteiras de grande porte, especialmente a holandesa e seus mestiços, tem sido avaliada no Brasil e no exterior, sendo que a utilização desses animais para produção de carne já vem ocorrendo há bastante tempo. Tyler (1970) ressaltava que já naquela época esses animais já eram utilizados para produção de carne nos Estados Unidos e países Europeus, como, por exemplo, na Alemanha, Holanda e França (PRADO *et al.*, 1989b, PRADO *et al.*, 1989a).

Assim, devido à importância do aproveitamento desses animais, a sua exploração econômica deve ser desenvolvida e fundamentada em uma série de estratégias que visem aumentar o ganho em peso, sem onerar o custo de sua criação. Para Bomfim (2000), (Jorge *et al.*, 2002a, Jorge *et al.*, 2002b), o aproveitamento do macho leiteiro assume grande importância devido à aquisição de animais ser um fator econômico de grande peso (70 a 80% do custo total), sendo o preço do animal para a engorda um fator decisivo para a viabilidade do sistema produtivo.

Alguns trabalhos têm avaliado a capacidade de utilização de novilhos de origem leiteira (MAGALHÃES *et al.*, 2005; NEUMANN *et al.*, 2014) para produção de carne em sistemas de confinamento, sendo esta também uma prática que vem crescendo

bastante na pecuária de corte, sobretudo, na fase de terminação ou acabamento (JORGE *et al.*, 2008). Rodrigues Filho *et al.* (2003) também analisaram o desempenho de novilhos de origem leiteira alimentados com níveis de 50 e 75% de concentrado na dieta, encontrando 0,840 e 1,180 kg de ganho em peso vivo por dia, respectivamente. Com base nesses resultados, os autores concluíram que, considerando apenas o desempenho, a dieta com 75% de concentrado propiciou maior ganho em peso vivo, melhor conversão alimentar e, conseqüentemente, reduziu o tempo de confinamento. Neumann *et al.* (2014) encontraram ganhos de 1,243 e 1,327 kg por dia ao avaliar dietas com e sem leveduras, respectivamente.

Magalhães *et al.* (2005), também estudando o desempenho de novilhos de origem leiteira em sistema de confinamento, obtiveram um ganho de peso médio diário de 1,27 kg nos animais que recebiam bem menos concentrado (40%) à base de grão de sorgo moído e farelo de soja, cujos tratamentos consistiam na inclusão de casca de algodão na dieta. Os autores verificaram que, com a inclusão de casca de algodão, houve um aumento linear no consumo de matéria seca, não tendo o ganho em peso médio diário o mesmo comportamento.

1.2.2 - Alto Concentrado

O Brasil é o país com o maior rebanho comercial do mundo, com cerca de 217,5 milhões de cabeças, segundo MAPA (2016), sendo também um dos principais exportadores de carne do mundo. Estima-se que 20% do território (174 milhões de hectares) é ocupada por pastagens. Devido a diversos fatores, como o cenário comercial favorável, o recuo da pecuária extensiva ocasionado pela agricultura e a instabilidade na produção de forragens, o confinamento tem se tornado uma estratégia para o incremento da produtividade, bem como para o fornecimento de matéria-prima de qualidade para os frigoríficos durante o período de entre-safra. O número de animais confinados no Brasil vem crescendo, segundo a ASSOCON (2016); o Brasil saiu de pouco mais de 2 milhões de cabeças confinadas para quase 4,5 milhões em 2015.

No entanto, o confinamento de bovinos é uma estratégia que requer altos investimentos, principalmente relacionados à alimentação. Estima-se que os custos com arração representam entre 70 e 80% dos custos totais de um confinamento (EZEQUIEL *et al.*, 2006), sendo necessária a utilização de técnicas que busquem maior eficiência animal no uso do alimento. Nesse sentido, diversas estratégias de manejo

nutricionais têm sido testadas, dentre elas, o fornecimento de ração com alta proporção de concentrado.

O Brasil é um celeiro agrícola mundial, nas regiões agrícolas, durante o período da safra e, a depender dos estoques, da demanda e do câmbio, os preços podem viabilizar a unidade de energia dos grãos em ralação aos volumosos, tornando possível a utilização de dietas de alto concentrado na alimentação de ruminantes, ainda mais quando se trata da utilização de bezerros pouco valorizados, como é o caso dos holandeses.

Em algumas situações, o volumoso tem como desvantagem a quantidade de alimento que se deve armazenar, pois se dedicam grandes áreas para a sua produção, também o tempo gasto para servir aos animais, bem como a dificuldade de manejo, embora se trabalhe com os animais em períodos curtos. Em consequência disso, aumentam-se os custos gerais de mão de obra, maquinário específico, entre outros.

Segundo Grandini (2009), as dietas de alto grão baseiam-se no conceito do mínimo fornecimento de fibra para o animal, atendendo à exigência mínima de 6 a 9% de FDN vindo da forragem, a fim de manter um consumo ótimo e evitar transtornos metabólicos. Sendo classificadas conforme a proporção concentrado:volumoso, embora os critérios dessa classificação sejam muito discutidos, as dietas tipo alto concentrado geralmente irão conter na base seca uma participação de concentrados superior a 60%, ou oferta superior a 1,5% de concentrado sobre o peso vivo, visto que níveis de NDT superiores a 68% passam a alterar a composição da flora microbiana encontrada no rúmen. O maior consumo relativo estaria em uma relação 60 concentrado: 40 volumoso.

Ao se trabalhar com rações completas de altos níveis de concentrado na alimentação de ruminantes, são necessárias algumas operações no manejo alimentar para que a estabilidade ruminal não fique comprometida durante esse processo. Algumas estratégias, como a utilização de aditivos, fibras e o não processamento de alimentos, podem ter importância para prevenir distúrbios metabólicos ruminais e, com isso, não comprometer o desempenho dos animais (SILVA, 2009).

É indispensável a utilização adequada de fibra efetiva para o perfeito funcionamento ruminal. Contudo, mesmo em dietas adequadas em fibras, o mais importante aspecto para manter o ambiente ruminal estável é o balanço entre a utilização de lactato por bactérias, que convertem em ácidos graxos voláteis menos perigosos em relação ao pH (KRAUSE; OETSEL, 2006). A ingestão de quantidades excessivas de carboidratos rapidamente fermentáveis é verificada pela marcante

alteração na população microbiana do rúmen. Há alteração da microflora ruminal com predominância de bactérias gram-positivas, principalmente o *Streptococcus bovis*, e produção de grandes quantidades de ácido láctico. Nesse cenário, quando o pH atinge valores abaixo de 6,0, as bactérias celulolíticas e protozoários são inibidos e, quando atinge valores de 5,2, a microflora diversa do rúmen é intensivamente substituída por bactérias tolerantes à acidez, como *Streptococcus bovis* e *Lactobacillus spp.* Conseqüentemente, continua a queda do pH ruminal até que se estabeleça a monocultura de lactobacilos ácido tolerantes. A morte das bactérias gram-negativas leva à liberação de endotoxinas, à acidez do conteúdo e ao aumento na osmolaridade ruminal, lesando a mucosa do órgão, provocando ruminite química e o sequestro de grande quantidade de líquido para o rúmen (ANTUNES & RODRIGUES, 2011). Dessa forma, torna-se importante a utilização de aditivos que mantenha estável o funcionamento do rúmen.

Freitas Neto *et al.* (2014), utilizando na terminação de novilhos holandeses duas relações concentrado / volumoso, 80:20 e 50:50, observaram uma melhoria de 5,88% na conversão alimentar para a dieta com maior percentual de concentrado. Fato este que consagra ainda mais o efeito positivo da adoção de dietas com alto percentual de grãos sobre a eficiência alimentar. Neumann *et al.* (2015a) avaliaram o desempenho de novilhos Holandês criados com dietas de 100% de concentrado inteiramente peletizado ou não, e observaram que o desempenho foi melhor para os animais que consumiram milho grão inteiro com núcleo proteico peletizado em relação aos que consumiram 100% da dieta peletizada, com ganho médio diário de 1,354 e 1,257 kg, e conversão alimentar de 4,31 e 4,50, respectivamente.

Ao avaliarem o desempenho de bovinos Holandês frente a uma dieta com 100% de concentrado e outras duas com 55% de concentrado e silagem de milho e feno de aveia como volumosos, Neumann *et al.* (2015b) demonstraram que a dieta 100% concentrado proporcionou melhores resultados de desempenho para novilhos holandeses em confinamento. Tal resposta produtiva desse tipo de dieta advém da característica da mudança do mecanismo ruminal, o que conseqüentemente resulta na alteração das proporções dos ácidos graxos de cadeia curta presentes. Dentre estes, destaca-se uma maior produção do ácido propiônico, de origem glicogênica, que estimula o crescimento celular (ANTUNES *et al.*, 2011).

Leme *et al.* (2003) observaram o desempenho e características de carcaça de bovinos com predominância racial Charolês ou Nelore, submetidos a dietas de alto

concentrado, contendo 15, 21 ou 27% da matéria seca em bagaço de cana-de-açúcar e não observaram efeito significativo para as características de ganho médio diário (média =1,461 kg) e eficiência alimentar. Foi observado efeito linear entre matéria seca ingerida e níveis de bagaço, com maior consumo nos tratamentos com menor percentagem de bagaço. Consistente com o comportamento do consumo, o peso do fígado também apresentou efeito linear, em função dos níveis de bagaço, sendo maior nos tratamentos com maior proporção de concentrado. As características peso de carcaça quente, gordura renal e pélvica, área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea não diferiram entre os tratamentos. Entretanto, observou-se comportamento linear do rendimento de carcaça, em função dos níveis de bagaço, sendo maior nos tratamentos com maior proporção de concentrado, consistente com o nível energético da ração.

Ao avaliarem as características quantitativas e qualitativas da carcaça e da carne de tourinhos abatidos entre 14-16 meses de idade, alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta, Missio *et al.* (2010) observaram que a maturidade fisiológica da carcaça diminuiu com o aumento de concentrado na dieta, entretanto, não foi significativa. Não houve influência do aumento do nível de concentrado em relação à carcaça, o que os levaram a concluir que o aumento dos níveis de concentrado na dieta não altera a maioria das características de carcaça, mas melhora o aspecto visual da carne.

Katsuki (2009) avaliou os efeitos de diferentes níveis de casca de soja peletizada (0, 15, 30 e 45%) em substituição ao grão de milho inteiro, em rações sem forragem, sobre o desempenho, consumo e digestibilidade dos nutrientes, bem como as características de carcaça, qualidade e perfil de ácidos graxos da carne. O ganho médio de peso dos animais foi de 1,224 kg/dia e não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. A conversão alimentar também não apresentou diferenças entre os tratamentos e o valor médio observado foi de 7,538 kg de matéria-seca/kg de ganho de peso vivo. O peso vivo médio alcançado pelos animais foi de 538,96 kg, e não se verificou diferenças estatísticas entre os tratamentos. O mesmo comportamento foi observado com o rendimento de carcaça e a espessura de gordura subcutânea. As medidas de área de olho de lombo apresentaram valores médios de 73,12 cm² e foram estatisticamente semelhantes entre si ($P>0,05$). A proporção de músculos, gordura e ossos das carcaças dos tratamentos não apresentaram diferenças entre si ($P>0,05$). O perfil dos ácidos graxos e suas relações não foram influenciados pelos tratamentos.

Na literatura são encontrados relatos das características de carcaça de bovinos alimentados com até 80% de concentrado na dieta, como Silva *et al.* (2002), que observaram similaridade nos rendimentos dos cortes comerciais da carcaça com o aumento do concentrado na dieta; e Missio *et al.* (2010), que não verificaram influência da elevação da fração concentrada na dieta sobre as características organolépticas da carne. Todavia, são poucos os relatos sobre características da carcaça de animais com dietas de alto grão.

1.2.3 – Estratégias de controle metabólico ruminal

No Brasil, segundo pesquisa realizada por Millen *et al.* (2009) junto a nutricionistas envolvidos diretamente em trabalhos de consultoria em confinamentos, o nível médio de volumoso utilizado em dietas de terminação foi de 28,8%, com variação de 12 a 45%, sendo a concentração de fibra em detergente neutro (FDN), média recomendada por esses nutricionistas, de 26,4%, evidenciando o uso de dietas ricas em concentrado.

De acordo com Paulino *et al.* (2013), já é bastante conhecido que os animais ruminantes requerem um mínimo de fibra na dieta para expressarem a ruminação, garantindo saúde e bem-estar. Entretanto, em sistemas de produção modernos e mais intensivos, os animais são constantemente desafiados nutricionalmente, já que não são raras as situações em que dietas muito baixas em fibra são utilizadas, principalmente na fase de terminação.

Diversas estratégias podem ser utilizadas para prevenir a ocorrência de acidose e outros distúrbios metabólicos em bovinos alimentados com dietas de alto concentrado, como, por exemplo, a inclusão de uma quantidade adequada de fibra em detergente neutro (FDN), de forragem na dieta, a utilização de virginiamicina, bicarbonato de sódio e o não processamento dos grãos.

1.2.3.1 - Virginiamicina

A utilização da virginiamicina, aditivo não-ionóforo, tem sido bastante estudada no Brasil e sua utilização tem crescido significativamente no sistema produtivo. Desde 1989, os trabalhos desenvolvidos pelo CNPGC da Embrapa (LUCAS e SOBRINHO, 1989; LUCAS, 1989) já demonstravam o grande potencial de aumento no ganho de peso de bovinos em pastejo.

Segundo Nuñez (2008), o FDA norte-americano (reconhecido pela rigidez com que avalia as solicitações de registros de produtos) fez um extenso e detalhado estudo de avaliação de segurança alimentar ao consumidor a respeito do uso da virginiamicina. Os resultados publicados nesse estudo liberaram o uso da virginiamicina para o maior importador de carne do mundo (EUA). Da mesma forma, esse produto está liberado para uso em bovinos na Austrália e no Japão.

A virginiamicina é um antibiótico da classe das estreptograminas, produzidas por uma linhagem mutante de *Streptomyces virginiae*. Originalmente encontradas em solos belgas (DeSOMER e VAN DIJCK, 1995), é um composto natural de dois peptídeos, chamados fator M (C₂₈H₃₅N₃O₇ – peso molecular 525) e fator S (C₄₃H₄₉N₇O₁₀ – peso molecular 823) (CROOY e De NEYES, 1972), que possuem um efeito sinérgico, quando combinados à razão de 4:1, respectivamente, M:S. Sua atividade antibacteriana depende da interação sinérgica de seus dois componentes, fator M e fator S. Cada fator individualmente tem atividade contra bactérias, mas, quando os dois são combinados, a atividade se torna muito mais forte. Por exemplo, a concentração inibitória mínima (MIC) para *Bacillus subtilis* é 0,5 e 0,4 mcg/mL para os fatores M e S, respectivamente. Quando os fatores são combinados, o MIC para *Bacillus subtilis* é de 0,04 mcg/mL, portanto, a atividade potencializada dos dois fatores juntos é dez vezes maior que os dois fatores separadamente.

A virginiamicina atua sobre bactérias gram-positivas, tanto aeróbicas quanto anaeróbicas, porém, não apresenta efeito sobre as bactérias gram-negativas, devido à impermeabilidade da parede celular (COCITO, 1979). A inibição de bactérias gram-positivas torna a fermentação ruminal mais eficiente. O substrato (dieta) passa a ser fermentado por bactérias que favorecem o acúmulo de ácido propiônico em detrimento dos ácidos acético e butírico (GOULART, 2011).

Outro fator que pode contribuir para explicar a eficiência da virginiamicina é o seu poder de reduzir a deaminação proteica dos alimentos, reduzindo o teor de amônia ruminal, o que aumenta a passagem e absorção de proteína verdadeira para o intestino delgado e causa economia de nitrogênio para o ruminante (OWENS *et al.*, 1978; RUSSEL, 1997; BOHNERT *et al.*, 2000). Uma explicação para este evento é que as duas principais bactérias responsáveis pela deaminação de proteína no rúmen, a *Clostridium aminophilum* e *Clostridium stickandii*, que são bactérias gram-positivas, tem seu crescimento afetado pela virginiamicina.

Diversas pesquisas comprovaram que os aditivos com função de modelar a fermentação ruminal, normalmente, são utilizados em bovinos confinados e que a virginiamicina apresenta efeito positivo sobre a fermentação ruminal e adaptação dos animais em dietas de alto grão (IVES *et al.* 2002; SALINAS-CHAVIRA *et al.* 2009; GUO *et al.* 2010; NUÑEZ *et al.* 2013; RIGUEIRO, 2016).

Nuñez *et al.* (2013), ao avaliarem o desempenho de novilhos Nelore confinados com dietas de elevado concentrado, observaram redução de 8,9% no consumo de matéria-seca de bovinos tratados com a combinação de virginiamicina e salinomocina em ralação àqueles que receberam apenas ionóforo. No entanto, com essa redução, sem promover alteração no ganho de peso, os animais tratados com a combinação dos aditivos apresentaram eficiência alimentar 11,4% superior em relação aos que receberam apenas salinomocina.

São poucos os trabalhos avaliando o efeito de virginiamicina sobre as características de carcaça de bovinos. Scott *et al.* (2000) observaram uma tendência de aumento no rendimento de carcaça de novilhos suplementados com virginiamicina em relação aos tratados com monensina/tilosina, enquanto que Ponce *et al.* (2008) não verificaram diferença em nenhuma característica de carcaça para os animais do tratamento com virginiamicina, monensina ou controle.

1.2.3.2 - Bicarbonato de Sódio (NaHCO_3)

As glândulas salivares são muito importantes para os ruminantes. São compostas pela sublingual, submandibular e parótida. Essa última apresenta em seu interior células mucosas e serosas que liberam grande quantidade de água, enzimas e mucina, ajudando no deslizamento e quebra do alimento. Além das características citadas, a saliva possui grande quantidade de bicarbonato de sódio, mantendo o pH salivar entre 8,2 e 8,4. Fato muito importante para o tamponamento em ruminantes (FURLAN *et al.*; 2006).

Rações de alto nível energético, com alto teor de grãos e baixo teor de fibras resultam em menos mastigação. Dessa forma, o bovino produz menos saliva, diminuindo, assim, a diluição do conteúdo ruminal e sua capacidade natural de tamponamento. Desse modo, a concentração de ácidos ruminais é menor em dietas à base de forragens em relação às dietas de alta proporção de concentrado (BERCHIELLI, 2006).

O bicarbonato de sódio é um tamponante verdadeiro, pois, para funcionar adequadamente, um tamponante deve ser solúvel em água e seu pKa deve ser próximo ao do pH fisiológico do rúmen, o seu pKa gira em torno de 6,25.

Resultados obtidos por Silveira et al. (2005), com novilhos Red Angus alimentados com feno de tifton, mostraram que, em dietas com alta proporção de volumoso, a adição tanto do calcário calcítico quanto do bicarbonato de cálcio na proporção de 1,24% do concentrado na base úmida não apresentaram diferenças significativas sobre o consumo de matéria orgânica e digestibilidade, provavelmente, pelo alto consumo de volumoso e consequente alta produção de saliva. Sendo assim, o uso de tamponantes é benéfico no início de confinamento, em dietas contendo alto teor de grãos, na adaptação de bovinos a novas dietas, no uso de silagem de milho e de grãos com alta umidade.

Considerando que, com a utilização do bicarbonato de sódio, ocorre elevação do pH, aumento da taxa de esvaziamento e passagem ruminal, e de que o óxido de magnésio possui efeito alcalinizante no intestino, melhorando a digestibilidade, principalmente do amido, a associação desses dois aditivos torna-se interessante para uma melhora na performance animal de bovinos confinados. Essa melhora na performance animal pode ser atribuída a um aumento na ingestão de matéria seca, em média, de 2% com a adição de Bicarbonato de Sódio e um aumento de até 5% em ganho de peso (STOCK & MADER, 1998).

1.2.3.3 - Palha de trigo e milho grão inteiro

Segundo Van Soest (1994), o tempo de ruminação é influenciado pela natureza da dieta e parece ser proporcional à composição da parede celular dos volumosos. Alimentos concentrados e fenos finamente triturados ou peletizados reduzem o tempo de ruminação, enquanto volumosos com alto teor de parede celular tendem a aumentar o tempo de ruminação. O aumento do consumo tende a reduzir o tempo de ruminação por grama de alimento, fator provavelmente responsável pelo aumento de tamanho das partículas fecais, quando os consumos são elevados.

A ruminação pode se tornar ainda mais importante, quando se utiliza dietas com alto teor de concentrado, pois se sabe que a ruminação estimula a produção de saliva, que possui um alto poder tamponante do rúmen. A época ideal de colheita do grão torna a palha de trigo em um subproduto de baixo valor nutritivo, que contém

elevados teores de parede celular, e pode contribuir de forma eficaz no controle do pH ruminal, quando se utiliza dietas contendo maiores proporções de concentrado.

A palha de trigo é pouco estudada na alimentação de ruminantes, provavelmente por ser um subproduto restrito, por ser cultivado quase que exclusivamente na região sul do país, e por não apresentar elevados níveis de energia e proteína. Segundo Queiroz *et al.* (1996), a palha de trigo possui 4% de proteína bruta, 85% de FDN, 60% de FDA, 24,9% de hemicelulose, 47,2% de celulose, 11,2% de lignina e 35% de digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Alguns trabalhos na literatura relatam o efeito da fonte e nível de fibra quanto à influência no consumo de matéria seca e, conseqüentemente, no desempenho animal (DEFOOR *et al.* 2002; HENRIQUE *et al.*, 2007; BHATTI *et al.*, 2008).

Theurer *et al.* (1999) avaliaram diferentes fontes de fibra em rações para bovinos em terminação, contendo feno de alfafa, caroço de algodão ou palha de trigo. Todas as três rações continham concentração base de 6% de feno de alfafa e foram formuladas para suprir percentagens iguais de FDN de forragem, sendo que cada ração recebeu inclusão adicional de 6% de feno de alfafa (Alf), 2,8% de caroço de algodão (CA) e 3,7% de palha de trigo (PT). Estes autores concluíram que animais recebendo os tratamentos CA e PT apresentaram maior consumo de matéria seca, quando comparado com rações contendo apenas feno de alfafa, mesmo havendo concentrações semelhantes da fração FDN de forragem na ração total.

O milho utilizado nas dietas brasileiras é o do tipo Flint, com o amido de menor digestibilidade, diferenciando do milho dentado, que é mais fornecido em dietas nos EUA por ser de mais fácil digestão (BARROS, 2015).

O fator que limita a digestão do amido do grão de milho é o tamanho da partícula proteica que o reveste. Mesmo ele sendo quebrado, a membrana chamada de pericarpo dificulta a digestão microbiana e das enzimas dentro do intestino delgado (JOBIM *et al.*, 2012). O tamanho da partícula dos alimentos influencia a sua distribuição dentro do rúmen. Quanto menor for essa partícula, mais dorsal ela irá ficar, quando a digestão da microbiota é menos intensa.

Em dietas de alto grão, deve-se ter o cuidado em manter a integridade física do grão, uma vez que esse tipo de dieta só se torna viável devido às condições físicas e morfológicas do mesmo. Owens e Basalan (2013) apresentaram um comparativo de desempenho de bovinos de corte, alimentados com dietas à base de milho, submetidos a diferentes tipos de processamento. Os animais alimentados com dietas à base de milho

inteiro apresentaram ganho de peso 7,45% menor, consumo 6,82% inferior, eficiência alimentar 1,71% pior e energia líquida para ganho 4,18% inferior, em relação aos animais que receberam as dietas à base de milho moído.

Em dietas exclusivas de grão, a mastigação exerce papel fundamental na melhor utilização do alimento, visto que, se os grãos integrais não são fisicamente danificados, a digestão é severamente limitada, uma vez que a mastigação reduz o tamanho das partículas, libera nutrientes solúveis para a fermentação, expõe o interior do alimento para a colonização bacteriana e hidrata a ingesta durante a salivação, resultando em maior facilidade para a digestão (BERCHIELLI et al., 2011).

Em situações nas quais o grão é fornecido inteiro, seu aproveitamento é totalmente dependente da extensão em que sua estrutura física é rompida pelo processo de mastigação. Animais mais jovens tendem a mastigar de forma mais intensa o alimento ingerido, aumentando o aproveitamento do amido presente no grão de milho. Animais mais velhos, criados em sistemas a pasto, por períodos mais prolongados, por outro lado, exercem menos essa parte crítica do processo de digestão dos alimentos. O plano nutricional prévio a que o animal foi submetido também influencia a eficiência mastigatória.

1.2.4 - Carne Bovina

Considera-se que os lipídios pertencem a uma classe de alimentos funcionais, caracterizada por possuírem propriedades específicas benéficas à saúde humana, além de fornecer nutrientes para o metabolismo (ALBERTAZZI & COUPLAND, 2002). No entanto, as gorduras da carne e/ou animal contêm, ainda que em pequenas proporções, substâncias lipídicas como: fosfolipídios, colesterol, ácidos graxos saturados e outros componentes celulares (PARDI *et al.* 1995), que não são benéficos à saúde.

A carne bovina fornece nutrientes essenciais e de alto valor biológico, como proteínas, vitaminas, ácidos graxos essenciais e minerais, porém, nos últimos anos, tem sido associada ao surgimento de doenças cardiovasculares, devido às características de sua gordura, que apresenta maiores concentrações de ácidos graxos saturados (AGS) e menores concentrações de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e poli-insaturados (AGPI) em comparação à gordura de não-ruminantes (LOPES *et al.*, 2012).

Essa diferença decorre principalmente do processo de biohidrogenação já citado, que ocorre no rúmen pela ação dos microrganismos. No entanto, as análises químicas da carne bovina sem gordura de cobertura apresentam teores de gordura

inferiores a 5%. É de interesse do consumidor que a carne bovina apresente menores teores de lipídeos totais e ácidos graxos saturados; e maiores teores de AGMI e AGPI, o que permitiria maior qualidade do alimento, prevenindo o desenvolvimento de doenças cardiovasculares. São três os fatores que podem interferir na composição de ácidos graxos da carne: a dieta utilizada, o grupo genético e a idade de abate do animal (PIRES *et al.*, 2008).

De acordo com Sãudo *et al.* (2000), o perfil de ácidos graxos na carne pode variar consideravelmente entre animais, raças e dietas. Todavia, é possível obter um perfil de ácidos graxos na carne mais saudável, por meio de seleção, genética e alteração da alimentação, mas o aumento da marmorização pode resultar em um aumento da gordura total e anular qualquer melhora no perfil de ácidos graxos. Quanto maior a marmorização, maior a quantidade de ácidos graxos saturados (AGS) e de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), menor a taxa de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI). Diferenças na composição lipídica da carne de animais, submetidos a diferentes tipos de criação (pasto ou confinamento), também podem ser comprovadas. A carne dos animais produzidos a pasto, normalmente, apresenta uma elevada concentração de ácidos graxos poli-insaturados (n-3), superior aos valores mínimos recomendados (TODARO *et al.*, 2004), sendo, portanto, potencialmente benéfica à saúde humana (AUROUSSEAU *et al.*, 2004), enquanto uma dieta rica em concentrado apresenta maiores níveis de ácido linoleico (C18:2), precursor da série (n-6) (PONNAMPALAM *et al.*, 2001).

Essas diferenças podem ser atribuídas às modificações bioquímicas ocorridas no rúmen. Quantidades significativas de ácidos graxos saturados são encontradas na carne de animais, sob pastejo provenientes da ingestão de forragem, uma vez que a fibra estimula a atividade ruminal e o processo de biohidrogenação (DÍAZ *et al.*, 2002). Em contrapartida, uma dieta à base de concentrado e com elevada presença de carboidratos, rapidamente degradáveis, contribui para um menor tempo de retenção do alimento no rúmen e, conseqüentemente, um menor tempo de atuação do processo de biohidrogenação sobre os ácidos graxos insaturados (PETROVA *et al.*, 1994).

1.2.5 - Lipídios

Os lipídios, particularmente, óleos e gorduras, constituem os principais componentes dos alimentos insolúveis em água. Em contraste com proteínas e carboidratos, óleos e gorduras possuem sítios reativos na molécula, de modo que a ocorrência de reações durante o processamento e armazenamento do alimento é menos

variada que a de componentes solúveis em água. Os lipídeos ocorrem em quase todos os tipos de alimentos, e a maioria deles (90%) é encontrada na forma de triglicerídios. Os ácidos graxos naturais presentes nos alimentos possuem cadeia linear e números pares de carbono, os quais podem ser saturados ou insaturados com até seis duplas ligações. Além dos triglicerídeos, os alimentos também possuem outros tipos de lipídeos, como fosfolipídeos, glicolipídeos, esfingolipídeos e lipoproteínas (ARAÚJO, 2001).

Os lipídeos são um grupo heterogêneo de compostos que incluem os óleos, as gorduras, as ceras e os componentes correlatos encontrados em alimentos e no corpo humano, sendo macronutrientes constituídos por diferentes compostos (carbono, oxigênio e hidrogênio, alguns possuem fósforo e nitrogênio), que possuem várias funções orgânicas, como a de reserva energética em situações de jejum, pois cada grama fornece 9 kcal, quando oxidada no organismo; hormonais; estruturais, fazendo parte das membranas celulares; absorção de vitaminas lipossolúveis que aumentam o tempo de digestão em seres humanos, entre outras. Quimicamente, os lipídios constituem uma classe de compostos muito heterogênea, mas tem em comum a propriedade de serem solúveis em solventes orgânicos, como éter etílico, acetona, clorofórmio, éter de petróleo etc. Óleos vegetais, carnes, leite e derivados são fontes concentradas deste nutriente (CHAVES, 1985; OLIVEIRA *et al.*, 1992; MAHAN e ARLIN, 1994; OLIVEIRA e MARCHINI, 1998; ROPPA, 1999).

1.2.5.1 - Ácidos Graxos

Muitos dos ácidos carboxílicos foram inicialmente isolados de fontes naturais, principalmente de gorduras e, por isso, foram denominados de AG-ácidos graxos. Os AG são ácidos carboxílicos, geralmente monocarboxílicos, podem ser representados pela forma RCO_2H . Na maioria das vezes, o grupamento R é uma cadeia carbônica longa, não ramificada, com número par de átomos de carbono, podendo ser saturada ou conter uma ou mais insaturações. O grupo carboxila constitui a região polar e a cadeia R, a região apolar da molécula.

Os ácidos graxos são as moléculas que formam os triglicerídeos, uma forma de lipídio (gordura) que tem como principal função ser fonte e reserva de energia para o organismo. Podem ser classificados conforme a presença ou ausência de duplas ligações entre as cadeias de carbono, o que determina o grau de saturação do ácido graxo saturado (nenhuma dupla ligação), insaturado (com uma ou mais duplas ligações),

monoinsaturado (com apenas uma dupla ligação) e os poli-insaturados (contém duas ou mais duplas ligações).

Segundo Mahgoub et al. (2002), a composição dos ácidos graxos presentes nos lipídios influencia na qualidade da carne, sendo que um maior grau de saturação induz à uma menor qualidade. Entretanto, a composição exerce pouca influência no valor comercial da carcaça, comparado ao teor de gordura, característica que tem despertado no consumidor a preocupação em consumir carnes saudáveis e com baixo índice de colesterol (BANSKALIEVA *et al.*, 2012). No entanto, os fatores nutricionais têm menor influência na composição dos ácidos graxos em ruminantes porque parte dos ácidos graxos insaturados provenientes da dieta é saturada, através de um processo de biohidrogenação no ambiente ruminal, como forma de neutralizar o efeito tóxico do mesmo aos microrganismos ruminais (PONNAMPALAM *et al.*, 2001). Assim, a proporção de poli-insaturado:saturado é menor nesses animais, caracterizando a carne bovina com alta concentração de ácidos graxos saturados e baixa razão de poli-insaturados:saturados.

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 represando 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, 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).

As dietas com grande proporção de concentrado proporcionam a redução do pH ruminal, ocasionado pela sua rápida fermentação ruminal e por mudanças na população microbiana. Essa queda do pH pode afetar o processo de lipólise e, assim,

alterar a biohidrogenação ruminal (OLIVEIRA *et al.*; 2013), que consiste na saturação dos ácidos graxos poli e monossaturados, ingeridos pelos ruminantes.

Arruda (2010), ao avaliar a influência de rações com diferentes níveis de energia metabolizável (2,08; 2,28; 2,47 e 2,69 Mcal/ kgMS) sobre perfil de ácidos graxos no músculo *Longissimus lumborum*, observaram que os ácidos graxos C16:0; C16:1; C18:0; C18:1; C18:2 constituíram mais de 90% das áreas totais do cromatograma. O ácido oleico (C18:1) foi o ácido graxo insaturado que mais contribuiu para o perfil dos ácidos graxos, apresentando valores de 39,22; 33,7; 44,91 e 42,64, para os diferentes níveis de energia. Embora não tenham sido observadas variações significativas no perfil do ácido graxo oleico com o incremento de energia à ração, destaca-se que, cerca de 95% dos ácidos graxos monoinsaturados, presentes no *Longissimus lumborum*, foram representados por esse ácido graxo.

1.2.5.2 - Ômega 6 (ω 6) e Ômega 3 (ω 3)

São ácidos graxos poli-insaturados considerados essenciais, devido à incapacidade do organismo de sintetizá-los, devendo ser adquiridos através da dieta (SCOLLAN *et al.*, 2006). As famílias ômega 6 e ômega 3, representados pelos ácidos graxos linoleico e α -linolênico, abrangem ácidos graxos que apresentam insaturações separadas apenas por um carbono metilênico, com a primeira insaturação no sexto e terceiro carbono, respectivamente, enumerado a partir do grupo metil terminal (MARTIN *et al.*, 2005).

Os ácidos graxos ômega-3 (Ω -3 ou n-3) e ômega-6 (Ω -6 ou n-6) consistem de ácidos graxos poli-insaturados 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 (WILEY & SONS, 1979).

Apesar da pequena diferença na sua estrutura molecular, essas duas famílias de ácidos graxos têm ações bem diferentes em nosso organismo. Enquanto os produtos metabólicos do ω 6 promovem inflamação, coagulação sanguínea e crescimento tumoral, a ação do ω 3 é completamente oposto. No entanto, é muito importante manter balanço entre ω 3 e ω 6 na dieta, para que ambas promovam ação benéfica à saúde

humana. Os ácidos linoleico (C18:2 ω 6) e α -linolênico (C18:3 ω 3) são de grande importância para manter em perfeito funcionamento as membranas celulares, as funções cerebrais e a transmissão de impulsos nervosos. Participam ainda da transferência de oxigênio atmosférico para o plasma sanguíneo, da síntese de hemoglobina e da divisão celular (YOUDIM, MARTIM & JOSEPH, 2000; YEHUDA *et al.*, 2002).

Nos ruminantes, o ácido linoleico, presente em níveis elevados nos alimentos concentrados (grãos e oleaginosas), é degradado em ácidos graxos monoinsaturados e saturados no rúmen por biohidrogenação microbiana, e só uma pequena proporção está disponível para a incorporação nos lipídeos dos tecidos. Este ácido graxo encontra-se em níveis mais elevados no músculo do que no tecido adiposo. O ácido α -linolênico, que está presente em muitos alimentos concentrados, mas em níveis inferiores ao 18:2n-6, também tem uma grande proporção biohidrogenada a ácidos graxos saturados no rúmen (WOOD *et al.*, 2008).

Glasser *et al.* (2008) conduziram uma análise de digestão de ácidos graxos no rúmen com 294 tratamentos. Os fatores que mais influenciaram a biohidrogenação foram: pH ruminal, relação volumoso:concentrado, nível de consumo e suplementação de óleo de peixe. Esses autores encontraram um efeito significativo protetor do baixo pH ruminal para o ácido linoleico e α -linolênico. Da mesma forma, uma alta proporção de forragem na dieta teve efeito negativo nos fluxos de 18:2n-6 e 18:3n-3 para o duodeno, sugerindo aumento da biohidrogenação. Altos níveis de ingestão de 18:3n-3, presentes no óleo de peixe, contribuíram para a permanência de 18:3n-3 e trans-18:1, diminuindo a proporção de 18:00, no total dos fluxos duodenais.

Rossato *et al.* (2010) avaliaram a influência da alimentação a pasto em animais da raça Nelore e Angus e, como resultado, encontraram na gordura intramuscular de animais Nelore maior deposição de C18:2n-6, C18:3n-3, bem como maior deposição de ácidos graxos intermediários da biohidrogenação (C18:1 trans e C18:2 trans 11). Segundo os autores, esses resultados sugerem duas alternativas de resultados na raça Nelore, ou houve maior aporte nas quantidades de C18:2 n-6 e C18:3 n-3, seguido de maior produção de ácidos graxos intermediários da biohidrogenação, ou maior quantidade de C18:2n-6 e C18:3n-3 passou no rúmen sem sofrer biohidrogenação, acompanhada de maior biohidrogenação incompleta.

Fernandes *et al.* (2009) estudaram a terminação em confinamento de animais Canchim com dietas contendo grãos de girassol, que contém alta quantidade de ácidos graxos poli-insaturados, e verificaram que a dieta proporcionou maior quantidade de

ácido linoleico conjugado (cis 9-trans 11) e ácidos graxos poli-insaturados na gordura intramuscular.

1.2.5.3 - Ácido Linoleico Conjugado (CLA)

Os consumidores têm se preocupado cada vez mais com a saúde, associado com os ácidos graxos *trans*. Os ácidos graxos *trans* fabricados e os naturalmente ocorrentes diferem bastante em termos de estrutura e funções, refletindo na saúde humana. Os produtos industrializados que contém óleos vegetais, parcialmente hidrogenados, são preocupantes. Pesquisas têm demonstrado que os ácidos graxos *trans*, provenientes da fabricação, aumentam os níveis de LDL e diminuem os níveis de HDL, conseqüentemente, aumentando os riscos de doenças cardíacas.

Os ácidos graxos *trans* naturalmente ocorrentes, de origem animal, não aumentam os riscos de doenças cardiovasculares e podem até diminuí-la. Em particular, o ácido linoleico conjugado (CLA), encontrado na carne vermelha e nos produtos lácteos demonstrou ter benefícios altamente positivos (MACDONALD, 2000).

O ácido linoleico conjugado (CLA) é um ácido graxo encontrado apenas em produtos de origem animal (carne e laticínios) e não pode ser produzido pelo organismo humano. Os estudos com o CLA foram estimulados, quando descobriu suas propriedades na luta contra o câncer no final da década de 80 (HA et al., 1987). O CLA é o conjunto de isômeros geométricos do ácido linoleico que tem propriedades bioativas distintas (anticarcinogênicas, hipocolesterolêmica, combate a obesidade e participa na modulação do sistema imune), sendo originário da biohidrogenação dos ácidos linoleico e linolênico no rúmen (HOLANDA et al., 2011). Estudos com humanos ainda estão sendo desenvolvidos, mas Blankson et al. (2000) revelam que o CLA pode reduzir a quantidade de gordura corporal de obesos.

Existem nove diferentes isômeros do CLA, sendo o mais abundante, além de ser a forma biologicamente ativa, a isoforma cis-9, trans-11 C18:2 (ácido rumênico), que representa de 80 a 90% do total de CLA na gordura intramuscular e subcutânea de bovinos (EVANS et al., 2002). CLA é um termo genérico utilizado para referir a posições e geometria dos isômeros do ácido linoleico com uma dupla ligação. Os dois principais isômeros de CLA, cis-9, trans-11 e trans-10, cis-12, são naturalmente encontrados em produtos lácteos e carnes de ruminantes, com cis-9, trans-11 CLA, sendo o isômero mais abundante (aproximadamente 75 a 90% de cis-9, trans-11 CLA, 10 a 25% de trans-10, cis-12 CLA), uma vez que a maioria de cis9, trans-11 CLA nos

tecidos animais é sintetizado pela delta-9-dessaturase no rúmen (KIM *et al.*, 2009). Os ruminantes possuem elevados teores de C18:2 cis-9 trans-11 pelo fato de ser este um intermediário da biohidrogenação ruminal do ácido linoleico. Outra fonte de CLA na carne de ruminantes é a ação da enzima delta-9dessaturase sobre o ácido vacênico (C18:1 Trans-11), no próprio tecido adiposo (BAUMAN *et al.*, 2000).

De La Torre *et al.* (2006) relataram que fatores intrínsecos aos animais, como raça, sexo e idade, podem influenciar o conteúdo de CLA nos produtos de animais ruminantes. Esses autores observaram que a taxa de deposição de CLA não depende da quantidade final de gordura corporal dos animais, mas é influenciada por outros fatores, como a idade do animal e principalmente a dieta.

A dieta com cana-de-açúcar e grãos de girassol proporcionou maiores teores de ácido linoleico e CLA muscular dos animais em relação à dieta convencional, com silagem de milho (FERNANDES *et al.*; 2009). O aumento na concentração de CLA, provavelmente, esteve relacionado à inclusão de grãos de girassol, que tem grande concentração de ácido linoleico; e à utilização da cana-de-açúcar como volumoso. Essa combinação de ingredientes na dieta dos animais aumentou a síntese de CLA, como produto intermediário da hidrogenação do ácido linoleico, provavelmente promovido pelas bactérias ruminais, especialmente a espécie *Butyrivibrio fibrisolvens*, uma vez que o ambiente ruminal é propício para seu crescimento, principalmente com a inclusão da cana-de-açúcar.

1.2.5.4 - Colesterol

No organismo humano, 70% do colesterol é proveniente de síntese biológica (endógeno) e apenas 30% é fornecido pela dieta (exógeno). É uma substância pertencente ao grupo dos lipídeos, presente predominantemente no reino animal. Desempenha funções importantes no organismo humano: é constituinte normal de todas as células do corpo (componente das membranas celulares e das estruturas cerebrais, por exemplo), intermediário na produção de ácidos biliares, precursor de hormônios e de outros compostos essenciais para o metabolismo regular (como o 7-deidrocolesterol, que se transforma em vitamina D3 por exposição da pele ao sol), entre outras tantas funções importantes no organismo (CAMPBELL, 2000).

O colesterol é transportado no plasma pelas lipoproteínas, que são sintetizadas no fígado e intestino. Segundo Kris-Etherton *et al.* (1988), as lipoproteínas do plasma sanguíneo são classificadas de acordo com suas densidades em 5 grandes grupos:

Quilomicron (QM), Lipoproteínas de densidade muito baixa (Very Low-Density Lipoproteins, VLDL), Lipoproteínas de densidade intermediária (Intermediate-Density lipoproteins, IDL) e Lipoproteínas de densidade baixa (Low-density lipoproteins, LDL), Lipoproteínas de densidade alta (High-density lipoproteins, HDL). O LDL constitui o principal componente do pool de ésteres de colesterol no corpo humano, por isso, este componente é frequentemente referido como “mau colesterol” (SMITH & PINCKNEY, 1991). Contudo, o HDL são as mais densas partículas das lipoproteínas plasmáticas; é o “bom colesterol”, pois, apesar de ser constituído de 15% de ésteres de colesterol, ele apresenta apenas 4% de triglicéridos. Além disso, ele atua como a principal via de degradação do colesterol pela conversão a ácidos biliares no fígado. Estes são liberados no intestino delgado, onde auxiliam na absorção dos lipídios para formarem os quilomicrons.

Em função dos valores obtidos em pesquisas, não parece se justificar a recomendação para se restringir a ingestão de carne vermelha, mas sim melhorar a divulgação de que a carne bovina tem teores de colesterol modestos, semelhantes aos da carne de frango (MEDEIROS, 2003). Melanson *et al.* (2003) observaram, em estudo realizado nos Estados Unidos, que mulheres submetidas a dieta para perda de peso não apresentaram diferenças em seus perfis de LDL e HDL, consumindo carne bovina ou de frango.

1.2.6 - Biohidrogenação

A biohidrogenação é obtida pela adição de um íon hidrogênio em uma dupla ligação, resultando na conversão de ácidos graxos insaturados em seus saturados correspondentes. Como exemplo, a maioria dos ácidos insaturados, que têm 18 carbonos (18:1, 18:2 e 18:3, respectivamente, oleico, linoleico e linolênico) ou 16 carbonos (16:1, o palmitoleico), será convertida a ácido esteárico (18:0) e palmítico (16:0), respectivamente. Uma vez que o processo de biohidrogenação não é 100% completo para todos os poli-insaturados, alguns como o ácido linoleico, linolênico e produtos intermediários, tais como ácidos linoleico conjugados e trans-11 C18:1 (ácido trans-vacênico), alcançam o duodeno e são absorvidos (HOLANDA *et al.*, 2011).

Os ácidos graxos provenientes da dieta são hidrolisados e, em seguida, os poli-insaturados são rapidamente hidrogenados pelos microrganismos do rúmen, resultando na produção de ácidos graxos saturados (principalmente ácido esteárico; 18:00). Esta é uma das principais razões pela alta natureza saturada dos lipídeos nos ruminantes. Esse

processo também resulta na formação de ácido linoleico conjugado (CLA) e seus intermediários, incluindo o ácido cis-9, trans-11 CLA e ácido vacênico (VA; trans-11 18:01 (KIM *et al.*, 2009).

Para minimizar os efeitos tóxicos dos ácidos graxos obtidos da alimentação, sobre a fermentação ruminal, as bactérias lipolíticas secretam lipases como ácido linoleico isomerase, para liberar os ácidos graxos insaturados (PARODI, 1999).

A lipólise é um pré-requisito para que ocorra a biohidrogenação. Os lipídeos provenientes da dieta são hidrolisados extensivamente por lipases microbianas ruminais, que provocam a liberação de seus ácidos graxos constituintes (JENKIS, 1993).

Após a lipólise, com a oxidação dos triacilgliceróis a ácidos graxos livres e glicerol, a síntese do CLA tem início, propriamente, com a isomerização dos ácidos graxos insaturados e posterior biohidrogenação pelas bactérias ruminais (os protozoários desempenham um papel secundário neste processo). A isomerização consiste na mudança de orientação da dupla ligação da molécula do ácido graxo, convertendo os isômeros nativos cis em isômeros trans, mudando a localização da dupla ligação na cadeia de carbono. O passo de isomerização muda a posição da dupla ligação da posição 12 para a posição 11, e muda sua configuração de cis para trans. Os trans são subsequentemente hidrogenados e convertidos a ácido esteárico (HOLANDA *et al.*, 2011).

Segundo Lourenço *et al.* (2010), o principal substrato de ácidos graxos para biohidrogenação em animais criados a pasto é o ácido linolênico, por ser o ácido graxo mais abundante presente em glicolipídios e fosfolipídios de gramíneas e outras forragens, enquanto suplementos de ácido linoleico em forma de triacilgliceróis são geralmente os principais substratos para biohidrogenação. Várias estratégias nutricionais têm sido estudadas, como a alimentação de ruminantes com oleaginosas, produtos marinhos, óleos vegetais e antimicrobianos, para se verificar a eficácia sobre os microrganismos ruminais e suas consequências na qualidade lipídica da carne.

Os ácidos graxos poli-insaturados são mais tóxicos para as bactérias que participam da biohidrogenação em relação aos ácidos graxos monoinsaturados. Quando ácidos graxos poli-insaturados são ingeridos por ruminantes, a biohidrogenação acontece para permitir a sobrevivência da bactéria *Butyrivibrio fibrisolvens*, que é a maior responsável por este processo (MAIA *et al.*, 2007; MAIA *et al.*, 2010).

Quando a ingestão de ácidos graxos insaturados é muito grande, pode exceder a capacidade dos microrganismos ruminais de biohidrogenação, levando a uma maior

absorção intestinal de ácidos graxos insaturados. Essa seria a explicação para a sazonalidade na relação AGS:AGI no tecido adiposo de ruminantes em regiões que possuem pastagens temperadas, já que estas, quando jovens, possuem quantidades muito grandes de AGPI (LAWRENCE & FOWLER, 1997).

1.2.7 - Índices de aterogenicidade e trombogenicidade

Os lipídios podem promover ou prevenir o aparecimento de doenças como a aterosclerose e a trombose coronariana, por possuírem efeitos sobre o colesterol sérico e as concentrações de colesterol LDL (Low Density Lipoprotein).

O índice de trombogenicidade (IT) considera os ácidos mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (18:0) como trombogênicos, e os AGPI ômega 6 e ômega 3 e AGMI como antitrombogênicos. Porém, é atribuído aos ácidos graxos ômega 3 maior efeito antitrombogênico que os ácidos graxos ômega 6 e AGPI ômega 3 (Ulbricht e Southgate, 1991). Os índices de aterogenicidade (IA) e IT indicam o potencial de estímulo à agregação plaquetária, isto é, quanto menores os valores de IA e IT maior é a quantidade de AG anti-aterogênicos presentes em determinado óleo/gordura e, conseqüentemente, maior é o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronarianas (TURAN *et al.*, 2007). Não há valores recomendados para os IA e IT em produtos lácteos, portanto, considera-se que, quanto menor for o valor destes índices, mais favorável é o perfil de AG à saúde humana (SOUSA BENTES *et al.*, 2009).

1.2.8 - Composição do ganho corporal

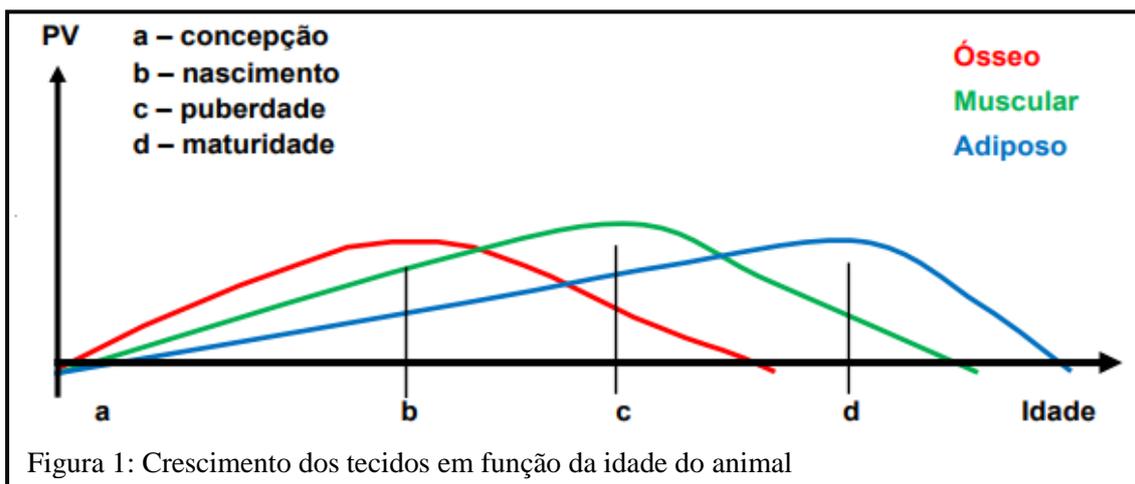
Os principais constituintes da carcaça são os tecidos muscular, adiposo e ósseo, sendo que suas proporções são de extrema importância comercial e de interesse tanto para a indústria quanto para o consumidor. A fração muscular é a mais importante da carcaça e deve estar em grande quantidade, pois o tipo de carcaça desejada pelo mercado consumidor é aquela com a máxima proporção de músculo, a mínima de osso e a proporção de gordura variando com desejo do consumidor, já que a gordura influencia o aspecto visual da carcaça, a porção comestível e a qualidade da carne, além de servir como proteção (gordura subcutânea) contra a desidratação no resfriamento das carcaças. Contudo, o excesso de gordura pode diminuir o rendimento de carne magra (BERG & BUTTERFIELD, 1976; MOLETTA & RESTLE, 1996; LUCHIARI FILHO, 2000).

Para predição da composição tecidual da carcaça de bovinos, faz-se necessária a dissecação da seção HH, conforme preconizado por Hankins e Howe (1946). Pesa-se

o corte inteiro e realiza-se a separação visual, com o auxílio de um bisturi, do músculo, da gordura e dos ossos, que são pesados separados para a realização dos cálculos de porcentagem de cada componente.

O crescimento corporal pode ser definido como um fenômeno biológico complexo, com aumento do tamanho de vários órgãos e tecidos do animal, decorrente de mudanças na capacidade funcional, desde a concepção até a maturidade, além disso, o crescimento corporal pode ser influenciado por fatores intrínsecos e extrínsecos relacionados a cada animal (BULTOT *et al.*, 2002; SILLENCE, 2004). Entre os vários fatores que influenciam a taxa de crescimento e a composição física da carcaça, há o nível nutricional, uma vez que o ganho de peso é acompanhado pelo aumento nas exigências de energia e redução nas de proteína, sendo importante o fornecimento equilibrado de energia e proteína para obtenção de elevados índices produtivos e econômicos (FREITAS, 2006). O estado hormonal, a idade cronológica, a idade fisiológica (condição sexual, estágio de maturidade, peso corporal), a raça, também são fatores que influenciam na taxa de crescimento dos tecidos na carcaça (GILL *et al.*, 1993; OWENS *et al.*, 1995).

De acordo com Bianchini (2005), em termos práticos, animais jovens apresentam melhor conversão alimentar (kg de MS/kg de ganho), o que reflete positivamente na rentabilidade das operações que envolvem cria e recria de machos e de fêmeas. Segundo Muller & Primo (1986), a ordem de prioridade na formação dos tecidos se dá de acordo com a maturidade fisiológica dos animais, sendo que a velocidade de crescimento dos diferentes tecidos no corpo terá maior impulso em uma fase diferente da vida do animal. Conforme pode ser observado na Figura 1, após o nascimento, a proporção relativamente elevada de tecido ósseo começa a diminuir lentamente à medida que o animal ganha peso, sendo substituído pelo tecido muscular que, na fase da puberdade, atinge seu ápice de desenvolvimento, logo sendo substituído pelo tecido adiposo, que representa a maior porcentagem de carcaça de um animal maduro, refletindo a pior conversão alimentar e maiores custos para ganho de peso.



Essa sequência de crescimento dos tecidos (ossos, muscular e adiposo) determina o destino dos nutrientes no corpo do animal e o ponto ideal de abate dos animais em diversos sistemas de produção disponíveis, seja este a pasto, semiconfinamento ou confinamento, sendo necessário conhecer o momento (peso e/ou idade) em que o crescimento muscular diminui (puberdade) e a maioria dos nutrientes é direcionada para o tecido adiposo, pois este tem um custo energético mais elevado, e seu excesso acarreta desvalorização do produto comercializado (YÁÑEZ, 2002).

Silveira *et al.* (2009) compararam a influência genética de animais não castrados, Charolês e Nelore, na composição da carcaça, na qual o Charolês obteve maior porcentagem de tecido muscular, enquanto que o Nelore teve maior porcentagem de gordura com menor peso ao abate, demonstrando ser mais precoce que o Charolês.

Santos (2013) determinou a composição corporal de bovinos não castrados da raça Holandêsa, que foram abatidos com diferentes idades para atingir os pesos previamente estabelecidos (144,6; 179,7; 227,5 e 260,5 kg de PC), variando de 7 a 10 meses de idade. Com o aumento da idade e do peso, observou um comportamento linear decrescente da porcentagem de osso, devido ao aumento da deposição do músculo e gordura na carcaça.

O nível nutricional dietético pode modificar a curva de crescimento, alterando a idade e o peso em que ocorre a aceleração ou desaceleração de deposição de cada tecido, modificando a composição corporal final dos animais (OWENS *et al.*, 1993). Animais mais jovens são mais eficientes por estarem depositando tecido muscular. Segundo o autor, para cada um grama de tecido muscular depositado, são carreados três gramas de água, equivalente a 10 Kcal de gordura depositada. A quantidade de energia

ingerida através da dieta influencia a eficiência de aproveitamento dos nutrientes e a velocidade de desenvolvimento do animal (PIOLA JUNIOR *et al.*, 2009).

A seção HH foi idealizada por Hankins & Howe, em 1946, para bovinos, tendo como base a proporção física dos tecidos (músculo, ossos e gordura) obtidos após a dissecação da seção da 9^a à 11^a costela. Essa metodologia permite predizer a composição física (músculos, ossos e gordura) e química da carcaça (quantidade de proteína, cinzas ou matéria mineral e extrato etéreo), com correlações significativas de 0,83; 0,91 e 0,53 para os teores de proteína, gordura e cinzas, respectivamente. Dessa forma, é possível estimar a composição da carcaça de maneira menos laboriosa e custosa que a dissecação de toda carcaça.

BIBLIOGRAFIA

ALBERTAZZI, P.; COUPLAND, K. Polyunsaturated fatty acids. Is there a role in postmenopausal osteoporosis preventions. **Maturitas**, v. 42, p. 13-22, 2002.

ANTUNES, R.C.; RODRIGUEZ, N.M.; SALIBA, E.O.S. Metabolismo de dos carboidratos não estruturais. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. 2ªEd. Funep. Jaboticabal, p.239-260, 2011.

ARRUDA, P.C.L. **Teor de lipídeos totais, colesterol e perfil de ácidos graxos na carne de cordeiros da raça santa Inês alimentados com diferentes níveis energéticos**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Ceará. Centro de Ciências Agrárias. Fortaleza, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE, In: <http://www.abiec.com.br/>, acesso em: janeiro de 2018.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PECUÁRIA INTENSIVA – ASSOCON. Disponível em: <http://www.assocon.com.br/noticias/>. Acesso em: 10 dez. 2017.

AUROSSEAU, B.; BAUCHART, D.; CALICHON, E.; MICOL, D.; PRIOLO, A. Effects of grass or concentrate feeding systems and rate of growth on triglyceride and phospholipid and their fatty acids in the M. longissimus thoracis of lambs. **Meat Science**, v.66, p.531-541, 2004.

BARROS, Q.S.O. **Dietas de alto grão: limites e potencialidades**. 2015. 63 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop, Sinop, 2015.

BAUMAN, D.E.; BARBANO, D.M.; DWYER, D.A.; GRIINARI, J.M. Technical note production of butter with enhanced conjugated linoleic acids for use in biomedical studies with animal models. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.83, n. 11, p.2422-2425, 2000.

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.E.; OLIVEIRA, S.G. 2011. **Nutrição de ruminantes**. 2º edição. FUNEP – Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão. Jaboticabal. 616 pp, 2011.

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal, 2006.

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

BIANCHINI, W. **Crescimento muscular e qualidade da carne de bovinos nelore, simental e seus mestiços no sistema de produção superprecoce**. 2005. 80 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Faculdade de Medicina Veterinárias e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

BOHNERT, D.W.; HARMON, D.L.; DAWSON, K.A.; LARSON, B.T.; RICHARDS, C.J.; STREETER, M.N. Efficacy of laidlomycin propionate in low-protein diets fed to growing beef steers: effects on steer performance and ruminal nitrogen metabolism. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 78, p. 173-180, 2000.

BOMFIM, M.A.D. **Níveis de concentrado na terminação de novilhos Holandês x Zebu suplementados a pasto na estação seca**. Zootecnia. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

BRASIL. MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Dados do rebanho bovino e bubalino em 2016**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/saude-animal-e-vegetal/saudeanimal/programas-de-saude-animal/RebanhoBovdeo2016.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2018 c.

BULTOT, D. et al. Performances and meat quality of belgian blue, limousin and Aberdeen Angus bulls fattened with two types of diet. In: Proceedings of the teme récentes recherches ruminant, Paris. **Revue de Médecine Vétérinaire**, p. 271, 2002.

CAMPBELL, M.K. Lipídeos e Membranas. In: **Bioquímica. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed**. Cap. 6, p. 202-239, 2000.

CHAVES, N. Nutrição Básica e Aplicada. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**, 1985.

COCITO C. Antibiotics of the virginiamycin Family, inhibitors which contain synergistic componentes. **Microbiology Review**. V. 43, n. 2, p. 145-192. 1979.

CROOY, P.; DE NEYS, R. Virginiamycin: nomenclature. **Journal of Antibiotics**, Tokyo, v. 25, p. 371-372, 1972.

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

DE LA TORRE, A.; GRUFFAT, D.; DURAND, D. et al. Factors influencing proportion and composition of CLA in beef. **Meat Science**, v.73, n.2, p.258-268, 2006.

DEFOOR, P.J.; GALYEAN, M.L.; SALYER, G.B.; NUNNERY, G.A.; PARSONS, C.H. Effects of roughage sources and concentration on intake and performance by finishing heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.81,p. E8-E16, 2002.

DESOMER, P.; VAN DIJCK, P. A preliminar reporto n antibiotic nº 899 – a streptogramin-like sbstance. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, Birmingham, v. 5, p. 632-639, 1995.

DÍAZ, M.T.; VELASCO, S.; CAÑEQUE, V.; LAUZURICA, S.; HUIDOBRO, F.R.; PÉREZ, C.; GONZÁLEZ, J.; MANZANARES, C. Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. **Small Ruminant Research**, v.43, p.257-268, 2002.

EVANS, M.E.; BROWN, J.M.; MCINTOSH, M.K. Isomer-specific effects of conjugated linoleic acid (CLA) on adiposity and lipid metabolism. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, Stoneham, v.13, n. 9, p.508-516, 2002.

EZEQUIEL, J.M. B.; GALATI, R.L.; MENDES, A.R.; FATURI, C. Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore em confinamento alimentados com bagaço de cana-de-açúcar e diferentes fontes energéticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2050-2057, 2006.

FERNANDES, A.R. M.; SAMPAIO, A.A.M.; HENRIQUE, W.; OLIVEIRA, E.A.; OLIVEIRA, R.V.; LEONEL, F.R. Composição em ácidos graxos e qualidade da carne de tourinhos Nelore e Canchim alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 328-337, 2009.

FREITAS NETO, M.D.; FERNANDES, J.J.R.; PÁDUA, J.T.; REZENDE, P.L.P.; MIOTTO, F.R.C.; MOREIRA, K.K.G. Performance of dairy steers subjected to different food strategies during the growing and finishing phases. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 35, n. 4, p. 2117-2128, 2014.

FREITAS, J.A. et al. Composição do ganho e exigências de energia e proteína para ganho de peso em bovinos Nelore puros e mestiços. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, p. 886-893, 2006.

FURLAN, R.L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D.E. Anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal. IN: **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 583p, 2006.

GILL, M.; OLDHAM, J.D. Growth. In: FORBES, J. M.; FRANCE, J. (Eds.). Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. **Cambridge: CAB International**, 515 p, 1993.

GOULARTE S.R.; ITAVO, L.C.V.; SANTOS, G.T.; ITAVO, C.C.B.F.; OLIVEIRA, L.C.S.; FAVARO, S.P.; DIAS, A.M.; TORRES JÚNIOR, R.A.A. BITTAR, C.M.M. Ácidos graxos voláteis no rúmen de vacas alimentadas com diferentes teores de concentrado na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 6, p. 1479-1486, 2011.

GRANDINI, D. Dietas Contendo Grãos de Milho Inteiro sem Fonte de Volumoso para Bovinos Confinados. In: II Simpósio Internacional de Nutrição de Ruminantes. **Anais...** Botucatu: FCA-UNESP-FMVZ, p.90-102, 2009.

GUO, T.J.; WANG, J.Q.; BU, D.P.; LIU, K.L.; WANG, J.P.; LI, D.; LUAN, S.Y.; HUO, X.K. Evaluation of the microbial population in ruminal fluid using real time PCR in steers treated with virginiamycin. **Czech J. Anim. Sci.**, 55, 276–285, 2012.

HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. Estimation of the composition of beef carcasses and cuts. [T.B.]: **United States Department of Agriculture**, 1946. p.1-19. (Technical Bulletin, 926).

HENRIQUE, W.; FILHO, J.A.B.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D.; ALLEONI, G.F.; FILHO, J.L.V.C.; SAMPAIO, A.A.M. Avaliação da silagem de grãos de milho úmido com diferentes volumosos para tourinhos em terminação. Desempenho e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.1, p.183-190, 2007.

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**, Mossoró, v.5, n.3, p.221-229, 2011.

IVES, S.E.; TITGEMEYER, E.C.; NAGARAJA, T.G.; DEL BARRIO, A.; BINDEL, D.J.; HOLLIS, L.C. Effects of virginiamycin and monensin plus tylosin on ruminal protein metabolism in steers fed corn-based finishing diets with or without wet corn gluten feed. **Journal of Animal Science**, v.80, p. 3005-3015, 2002.

JENKIS, T.C. Lipid metabolismo in the rumen. In: Symposium: Advances in ruminant lipid metabolismo. **Journal of Dairy Science**, Chapaing, Savoy, v. 76, p. 3851-3863, 1993.

JOBIM, C.C.; BRANCO, A.B.; SANTOS, G.T. Silagem de grãos úmidos na Alimentação de bovinos leiteiros. In: V Simpósio Goiano sobre Manejo e Nutrição de Bovinos de Corte e Leite. **Anais...** Goiânia – Goiás. p. 357-376, 2012.

JORGE, J.R. V.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N. & GERON, L.J.V. Substituição do milho pela farinha de varredura (Manihot esculenta, Crantz) na ração de bezerros Holandeses. 1. Desempenho e parâmetros sanguíneos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 31, 192-204, 2002a.

JORGE, J.R.V.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N. & GERON, L.J.V. Substituição do milho pela farinha de varredura (Manihot esculenta, Crantz) na ração de bezerros holandeses. 2. Digestibilidade e valor energético. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 31, 205-212, 2002b.

JORGE, J.R.V.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.; SILVA, R.R.; ANDRADE, R.V.; MACEDO, F.A.F.; PRADO, J.M.; BUBLITZ, E. & MARQUES, J.A. Gordura protegida sobre o desempenho, carcaça e composição química da carne de novilhos holandês. **Archivos de Zootecnia**, 58, 371-382, 2009.

JORGE, J.R.V.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.; SILVA, R.R.; ANDRADE, R.V.; PRADO, J.M. & BUBLITZ, E.E. Lipídios em dietas para novilhos holandeses: digestibilidade aparente. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 9, 743-753, 2008.

KATSUKI, P.A. **Avaliação nutricional, desempenho e qualidade da carne de bovinos alimentados com rações sem forragem, com diferentes níveis de substituição do milho inteiro por casca de soja.** Tese, Universidade Federal de Londrina – PR, 2009.

KIM, E.J. HUWS, S.A. LEE, M.R.F. SCOLLAN, N.D. Dietary Transformation of Lipid in the Rumen Microbial Ecosystem. **Journal of Animal Science**, Czech, v. 22, n. 9, p. 1341-1350, 2009.

KRAUSE, K.M. OETZEL, G.R. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. **Animal Feed Science and Technology**, 126: 215-236, 2006.

KRIS-ETHERTON, P.M., KRUMMEL, D., RUSSELL, M.E. *et al.* The effect of diet on plasma lipids, lipoproteins and coronary heart disease. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 88, p. 1373, 1988.

LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. Hormonal, genetic and immunological influences on growth. In: LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. (Ed.). **Growth of farm animals**. New York: CAB INTERNATIONAL, p.102-149, 1997.

LEME, P.R.; SILVA, S.L.; PEREIRA, A.S.C.; PUTRINO, S.M.; LANNA, D.P.D.; FILHO, J.C.M.N. Utilização do bagaço de cana-de-açúcar em dietas com elevada proporção de concentrados para novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1786-1791, 2003.

LOPES, L.S.; LADEIRA M.M.; MACHADO NETO O.R.; MENDES E.M.; VEIGA, P.R.P. CHIZZOTTI, M.L.; GUERREIRO, M.C. Composição química e de ácidos graxos do músculo longissimus dorsi e da gordura subcutânea de tourinhos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.4, p.978-985, 2012.

LOURENÇO, M.; RAMOS-MORALES, E.; WALLACE, R.J. The role of microbes in rumen lipolysis and biohydrogenation and their manipulation. **Animal**, Cambridge, v. 4, n.7, p. 1008–1023, 2010.

LUCAS, M.J. Avaliação do uso de virginiamicina adicionada à mistura mineral para bovinos em pastagens, 2 p. 1989.

LUCAS, M.J.; SOBRINHO, E. Efeito do uso de virginiamicina sobre o desempenho de bovinos em pastagens, 2 p. 1989.

LUCHIARI, F. A pecuária da carne bovina. São Paulo: **A. Luchiari Filho**, 134 p, 2000.

MACDONALD, H.B. Conjugated linoleic acid and disease prevention: a review of current knowledge. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 19, p. 111-118, 2000.

MAGALHÃES, K.A.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D.; PAULINO, P.V.R.; CHIZZOTTI, M.L.; PORTO, M.O.; MARCONDES, M.I. & ANDREATTA, K. Desempenho, composição física e características da carcaça de novilhos alimentados com diferentes níveis de casca de algodão, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 34, 2466-2474, 2005.

MAHAN, L.K.; ARLIN, M.T. Krause: **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. São Paulo: Roca, 1994.

MAIA M.R.G.; CHAUDHARY, L.C.; BESTWICK; C.S.; RICHARDSON, A.J.; MCKAIN, N.; LARSON, T.R.; GRAHAM, I.A.; WALLACE, R.J. Toxicity of unsaturated fatty acids to the biohydrogenating ruminal bacterium, *Butyrivibrio fibrisolvens*. **BMC Microbiology**, London, n.10, n.52, p. 1-10, 2010.

MAIA, M.R.G.; CHAUDHARY, L.C.; FIGUERES, L.; WALLACE, R.J. Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen. **Antonie van Leeuwenhoek**, Amsterdam, v. 91, n. 4, p. 303–314, 2007.

MARTIN, C.A.; CARAPELLI, R.; VISANTAINER, J.V.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N.E. Trans fatty acid content of Brazilian biscuits. **Food Chemistry**, London, v. 93, n. 3, p. 445-448, 2005.

MEDEIROS, S.R. Modulação do perfil lipídico de bovinos: implicações na produção e aceitação da carne. In: V Simpósio Goiano sobre Manejo e Nutrição de Bovinos de Corte e Leite. **Anais...** Goiânia: CBNA, p. 43-72, 2003.

MELANSON, K.; GOOTMAN, J.; MYRDAL, A.; KLEINE, G. RIPPE, J.M. Weight loss and total lipid profile changes in overweight women consuming beef or chicken as the primary protein source. **Nutrition**, v. 19, p. 409-414. 2003.

MILLEN, D.D., R.D.L. PACHECO, M.D.B. ARRIGONI, M.L. GALYEAN, and J.T. VASCONCELOS. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **J. Anim. Sci.** 87:3427-3439, 2009.

MISSIO, R.L.; BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C.; RESTLE, J.; ARBOITTE, M.Z.; SEGABINAZZI, L.R. Características da carcaça e da carne de tourinhos terminados em confinamento, recebendo diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 7, p. 1610-1617, 2010.

MOLETTA, J.L.; RESTLE, J. Características de carcaça de novilhos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 26, n. 5, p. 876-888, 1996.

MOREIRA, F.B.; SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M.; PRADO, I.N.; NASCIMENTO, W.G. Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred steers finished in pasture systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 46, n. 4, p. 609- 616, 2003.

MÜLLER, L.; PRIMO, A.T. Influência do regime alimentar no crescimento e terminação de bovinos e na qualidade da carcaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 4, p. 445-452, 1986.

NEUMANN, M.; FIGUEIRA, D.N.; UENO, R.K.; LEÃO, G.F.M.; HEKER JÚNIOR, J.C. Desempenho, digestibilidade da matéria seca e comportamento ingestivo de novilhos holandeses alimentados com diferentes dietas em confinamento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, n.3, p.1623-1632, 2015.

NEUMANN, M.; LEÃO, G.F.M.; HORST, E. H.; FIGUEIRA, A. N.; RIBAS, T. M. B. Desempenho de novilhos holandeses recriados com dietas 100% concentrado inteiramente peletizada ou não. **Rev. Cient. Prod. Anim.**, v.17, n.2, p.76-83, 2015.

NUÑEZ, A.J.C. **Uso combinado de ionóforo e virginiamicina em novilhos Nelore confinados com dietas de alto concentrado**. 68p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2008.

NUÑEZ, A.J.C.; CAETANO, M.; BERNDT, A.; DEMARCHI, J.J.A.A.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D. Combined use of ionophore and virginiamycin for finishing Nelore steers fed high concentrate diets. **Science Agrícola**, v.70, p.229-236, 2013.

OLIVEIRA, D.M. **Expressão de genes envolvidos no metabolismo lipídico no músculo de bovinos de corte alimentados com fontes de lipídeos**. 2013, 145p. Tese – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

OLIVEIRA, J.E.D. de; MARCHINI, J.S. **Ciências Nutricionais**. São Paulo: SARVIER, 1998.

OLIVEIRA, J.E.D.; et al. **Nutrição Básica**. 1 ed. São Paulo: Editora Almed, 1992.

OWENS, F.N. et al. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal Animal Science**, Savoy, v. 73, p. 3152-3172, 1995.

OWENS, F.N.; SHOCKEY, B.J.; FENT, R.W.; RUST, S. Monensin and abomasal protein passage of steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 47, p. 114, 1978.

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

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

PARODI P.W. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 82, p.1339-1349, 1999.

PETROVA, Y.; BANSKALIEVA, V.; DIMOV, V. Effect of feed on distribution of fatty acids at Sn-2-position in triacylglycerols of different adipose tissues in lambs. **Small Ruminant Research**, v.13, p.263-267, 1994.

PIOLA JUNIOR, W.; RIBEIRO, E.L.A.; MIZUBUTI, I.Y. et al. Níveis de energia na alimentação de cordeiros em confinamento e composição regional e tecidual das carcaças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1797-1802, 2009.

PIRES, I.S.C.; ROSADO, G.P.; COSTA, N.M.B. et al. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos da carne de novilho precoce alimentado com lipídeos protegidos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, p.178-183, 2008.

PONCE, E.; LENIN, J.; SANCHEZ, U.; TORRENTA, N.; ZINN, R.A. Comparative effects of virginiamycin supplementation on growth-performance and dietary energetics of calf-fed Holstein steers. **Journal of Animal Science**, V. 86, p. 278-279, 2008.

PONNAMPALAM, E.N.; SINCLAIR, A.J.; EGAN, A.R.; BLAKELEY, S.J.; LI, D.; LEURY, B.J. Effect of dietary modification of muscle long-chain n-3 fatty acid on plasma insulin and lipid metabolites, carcass traits, and fat deposition in lambs. **Journal Animal Science**, v.79, p.895-903, 2001.

PRADO, I.N.; TOULLEC, R.; GUILLOTEAU, P. & GUGUEN, J. Digestion de protéines de pois et de soja chez le veau préruminant. II. **Digestibilité apparente à la fin d'ileon et du tube digestif. Reproduction Nutrition Development**, 29, 425-439, 1989a.

PRADO, I.N.; TOULLEC, R.; LALLES, J.P.; GUGUEN, J. & HINGAND, H. Digestion de protéines de pois et de soja chez le veau préruminant. I. Taux circulants de nutriments, formation d'anticorps et perméabilité intestinale aux macromolécules. **Reproduction Nutrition Development**, 29, 413-424, 1989b.

QUEIROZ, A.C., LEMENAGER, R.P., HENDRIX, K.S., FONTES, C.A.A., Sistema de Manejo Alimentar para Vacas de Corte em Gestação Utilizando Palha de Trigo Amonizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, p. 1014-1019, 1996.

RIGUEIRO, A.L.N. **Protocolos para o uso combinado de monensina sódica e virginiamicina em dietas de bovinos nelore confinados**. (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Dracena, 2016.

RODRIGUES FILHO, M.; MANCIO, A.B.; LANA, R.P.; ROBERTO, P.; CECON, F.F.D.S.; RODRIGUES, N.E.B. & VELOSO, C.M. Desempenho e características de carcaça de novilhos de origem leiteira, alimentados com diferentes níveis de concentrado e de cama de frango. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 32, 672-682, 2003.

ROPPA, L. Atualização sobre os níveis de Colesterol, Gordura e Calorias da Carne Suína. **Nutron Alimentos**, Maio 1999.

ROSSATO, L.V. et al. Composição lipídica de carne bovina de grupos genéticos taurinos e zebuínos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 9, p. 1841-1846, 2010.

RUSSEL, J.B.; STROBEL, H.J.; MINIREVIEW: Effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, v. 55, p. 1-6, 1989.

SALINAS-CHAVIRA, J.; LENIN, J.; PONCE, E.; SANCHEZ, E.; TORRENTA, N.; ZINN, R.A. Comparative effects of virginiamycin supplementation on characteristics of growth-performance, dietary energetics, and digestion of calf-fed Holstein steers. **Journal of Animal Science**, v.89, p. 4101-4108, 2009.

SANTOS, P.V. **Sistemas de terminação e pesos de abate de bovinos leiteiros visando à produção de carne de vitelão**. 2013. 94f. Dissertação (Mestre em

Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, 2013.

SAÑUDO, C.; ENSER, M. E.; CAMPO, M.M.;NUTE, G.R.; MARIA, G.; SIERRA,I.; WOOD, J.D. Fatty acid composition and sensory characteristic of lamb carcasses from Britain and Spain. **Meat Science**, v.54, p.339-346, 2000.

SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J.F.; NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; RICHARDSON, I.; MOLONEY, A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, Barking, v. 74, n. 1, p. 17-33, 2006.

SCOTT, T.; MILTON, T.; DICKE, B.; POPPERT, P.; HOLLIS, L. The effect of V-Max on performance and carcass characteristics of finishing cattle fed Corn and corn by-product finishing diets. **Nebraska Beef Cattle Report**, University of Nebraska Cooperative Extension, 2000.

SILLENCE, M.N. Technologies for the control of fat and lean deposition in livestock. **The Veterinary Journal**, v. 167, p. 242-257, 2004.

SILVA, H. L. **Dietas de alta proporção de concentrado para bovinos de corte confinados**. Goiânia. Universidade Federal de Goiás, 2009, 177p. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Universidade Federal de Goiás, 2009.

SILVEIRA, A.L.F.; PATIÑO, H.O.; MEDEIROS, F.S. et al. Efeito da utilização de bicarbonato de sódio ou calcário como tamponantes em dietas suplementadas com milho moído. IN: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42, **Anais...** Goiânia, 2005.

SILVEIRA, M.F.; BRONDANI, I.L.; ARBITTE, M.Z. et al. Composição física da carcaça e qualidade da carne de novilhos Charolês e Nelore que receberam diferentes proporções de concentrado na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.2, p.467-474, 2009.

SMITH, R.L., PINCKNEY, E.R. **The cholesterol conspiracy**, Mssouri, Wanen H. Green, Inc, 1991, p.388.

SOUSA BENTES, A; SOUZA, H.A.L; MENDONÇA, X.M.F. et al. Caracterização física e química e perfil lipídico de três espécies de peixes amazônicos. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.3, n.2, p.97-108, 2009.

STOCK, R.; MADER, T. **Feed additives for beef cattle**. Nebguide G85-761-A. Disponível: site NebGuide (agosto 2017). URL: <http://www.ianr.unl.edu/pubs/beef/g761.htm>.

THEURER, C.B.; SWINGLE, R.S.; WANDERLEY, R.C.; KATTNIG, R. M.; URIAS, A.; GHENNIWA, G. Sorghum grain flake density and source of roughage in feedlot diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.77, p.1066-1073, 1999.

TODARO, M.; CORRAO, A.; ALICATA, M.L.; SCHINELLI, R.; GIACCONE, P.; PRIOLO, A. Effects of litter size and sex on meat quality traits of kid meat. **Small Ruminant Research**, v.54, p.191-196, 2004.

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

TYLER, W.J. Relationship between growth traits and production of milk and meat. **Journal of Dairy Science**, 53, 830-836, 1970.

ULBRICHT, T.L.V.; SOUTHGATE, D.A.T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **Lancet**, London, v. 338, n. 8773, p. 985-992, 1991.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell. 476p, 1994.

WILEY, J.; SONS. Bailey's Industrial Oil and Fat Products. In: SWERN, D. Ed. **Structure and composition of fats and oils**. v.1, 841p. 1979.

WOOD, J.D.; ENSER, M.; FISHER, A.V. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: a review. **Meat Science**, v. 78, p. 343-358, 2008.

YÁÑEZ, E.A. **Desenvolvimento relativo dos tecidos e características de carcaça de cabritos Saanen, com diferentes pesos e níveis nutricionais**. 2002. 99 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) -Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

Yehuda S.; Rabinovitz S.; Carasso R.L.; Mostofsky D.I.; The role of polyunsaturated fatty acids in restoring the aging neuronal membrane. **Neurobiol Aging**. p. 843-53, 2002.

YOU DIM K. A.; MARTIN A.; JOSEPH J. A.; Essential fatty acids and the brain: possible health implications. **Int J Dev Neurosci**. p. 383-99, 2000.

II – OBJETIVO GERAL

Avaliar o perfil lipídico dos músculos e a composição do ganho tecidual de bovinos machos, não castrados, da raça Holandesa, em confinamento, alimentados com dietas contendo alto teor de concentrado.

2.1 - Objetivos específicos

Avaliar a influência da substituição do produto comercial na dieta pela virginiamicina e ou bicarbonato de sódio, ambos associados à palha de trigo, sobre a composição de ácidos graxos e seus respectivos agrupamentos.

Avaliar a influência da substituição do produto comercial na dieta pela virginiamicina e ou bicarbonato de sódio, ambos associados à palha de trigo, sobre a composição tecidual da carcaça.

Avaliar a influência da substituição do produto comercial na dieta pela virginiamicina e ou bicarbonato de sódio, ambos associados à palha de trigo, sobre a quantificação do colesterol nos músculos avaliados.

Determinar e quantificar os ácidos graxos, seus agrupamentos e o colesterol dos músculos *Longissimus lumborum*, *Biceps femoris* e *Semimenbronosus*.

III - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Local, instalações e animais

Todos os procedimentos com animais neste estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais - CEUA/UESB, número 135/2016. O experimento foi desenvolvido durante os meses de setembro de 2014 a maio de 2015, na Chácara 03 Gerações, município de União da Vitória, localizado no extremo sul do estado do Paraná, a 26°13'49" S de latitude, 51°05'12" W de longitude e de 751 m de altitude. O local apresenta temperatura média anual de 17,9°C e precipitação pluviométrica anual média de 1660 mm. As análises laboratoriais foram desenvolvidas na Unidade Experimental de Caprinos e Ovinos – UECO, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, campus de Itapetinga – BA.

Foram utilizados 33 bovinos machos, não castrados, da raça Holandesa, adquiridos de produtores de leite da região. Os animais continham um peso médio inicial de 82 ± 9 kg e foram desmamados com aproximadamente 2,5 meses de idade, sendo vermifugados contra ecto e endoparasitas, identificados por meio de brincos e pesados no início do período experimental.

Os animais foram distribuídos em 03 baias coletivas com tamanhos de (10 x 30 m), cercados com arame farpado e com sombra natural de Eucalipto. Os cochos eram cobertos e suficientes para todos os animais se alimentarem, e os bebedouros eram coletivos, de polietileno, abastecidos automaticamente por meio de boias. Para as dietas nas quais os animais tinham palha de trigo inclusa, existia um cocho extra, coberto, onde se fazia o fornecimento e o controle do consumo deste item.

3.2 - Manejo e Dietas Experimentais

O experimento teve duração de 08 meses, sendo que os 23 (vinte e três) primeiros dias foram para adaptação dos animais às baias e ao manejo alimentar. O fornecimento da dieta desde a adaptação foi na forma de ração completa, fornecida duas vezes ao dia, pela manhã e pela tarde, às 07h00min e 16h00, respectivamente. A adaptação foi iniciada do 1° ao 5° dia, fornecendo 0,7% do peso corporal/animal/dia; do 6° ao 11° dia, 1,3% do peso corporal/animal/dia; do 12° ao 17° dia, 1,6% do peso

corporal/animal/dia; e do 17º ao 22º dia, 2,0% do peso corporal/animal/dia. A partir do 23º dia, o alimento foi *ad libitum* e, para a quantidade fornecida, foram levadas em consideração as sobras da dieta do dia anterior, ajustando para que se mantivesse 20% de sobra no cocho.

Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado e os 33 animais foram distribuídos em 03 tratamentos com 11 repetições cada. As dietas experimentais foram formuladas com alimentos concentrados. Substituiu-se o Supra Max (concentrado proteico), suplemento comercial para confinamento com dietas contendo alto volume de concentrado, por virginiamicina associada à palha de trigo e bicarbonato de sódio ou com apenas bicarbonato de sódio e palha de trigo. As dietas eram isonitrogenadas e foram calculadas com base nas exigências nutricionais estabelecidas pelo NRC (2001), para um ganho de peso esperado de 1,3 kg diário. A quantidade de proteína foi ajustada quatro vezes, ou seja, a cada 60 dias, 21,3; 18,8; 15,3 e 12,3%, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição das dietas com ajuste da proteína por tratamento, durante o experimento, com base na matéria seca (%MS)

DIETA 01 - CONTROLE				
Ingrediente	21,30%	18,80%	15,30%	12,30%
Milho grão	65,00	68,00	72,00	80,50
Farelo de soja	20,00	17,00	13,00	4,50
Suplemento comercial	15,00	15,00	15,00	15,00
TOTAL	100	100	100	100
DIETA 02 – V+NaHCO ₃				
Milho moído	52,39	59,99	64,69	72,59
Farelo de soja	32,00	24,40	19,70	11,80
Virginiamicina	0,01	0,01	0,01	0,01
Bicarbonato de Na	2,00	2,00	2,00	2,00
Núcleo de minerais	3,00	3,00	3,00	3,00
Ureia	0,60	0,60	0,60	0,60
Palha de trigo	10,00	10,00	10,00	10,00
TOTAL	100	100	100	100
DIETA 03 - NaHCO ₃				
Milho moído	52,40	60,00	64,70	72,60
Farelo de soja	32,00	24,40	19,70	11,80
Bicarbonato de Na	2,00	2,00	2,00	2,00
Núcleo de minerais	3,00	3,00	3,00	3,00
Ureia	0,60	0,60	0,60	0,60
Palha de trigo	10,00	10,00	10,00	10,00
TOTAL	100	100	100	100

Controle: Suplemento comercial; V+NaHCO₃: virginiamicina + bicarbonato de sódio associado a palha de trigo; NaHCO₃: bicarbonato de sódio associado a palha de trigo

3.3 - Obtenção de amostras da dieta

Previamente, foram obtidas as composições bromatológicas dos ingredientes do concentrado e da palha de trigo para a realização do cálculo das dietas (Tabela 2). Posteriormente, obteve-se a composição percentual química e bromatológica das dietas, que foram obtidas a partir da média entre os 4 níveis de proteína, descrita na Tabela 3.

Tabela 2 – Composição química-bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais com base na matéria seca (%MS)

Item	Ingrediente			
	Farelo de Soja	Palha de Trigo	Milho	Suplemento Comercial
Matéria seca	88,66	96,09	87,96	89,93
Proteína bruta	48,19	7,34	10,39	31,28
Celulose	6,84	43,27	2,75	9,54
Matéria mineral	6,99	4,29	1,42	18,84
FDN	18,63	81,29	13,52	31,17
FDA	6,67	52,71	2,17	12,72
Hemicelulose	11,97	28,59	11,35	18,45
Lignina	0,58	9,17	0,48	3,20
Extrato etereo	2,20	1,39	4,32	4,29
CIDN	0,52	2,43	0,63	5,40
PIDN	3,07	1,19	0,32	1,69
FDNcp	15,04	77,67	12,58	24,08
CT	42,62	86,99	83,87	45,58
CNF	23,98	5,69	70,35	14,41

FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CIDN: cinza insolúvel em detergente neutro; PIDN: proteína insolúvel em detergente neutro; FDNcp: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CT: carboidratos totais; CNF: carboidratos não fibrosos.

Amostras das dietas foram coletadas diariamente e congeladas em sacos plásticos identificados. Ao final do período experimental, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente e montou-se uma amostra composta para cada nível de proteína. Após descongeladas, em estufa de circulação forçada de ar, as amostras foram pré-secas, a 55°C, por 72 horas, e processadas em moinho de faca tipo Willey, usando peneira de 1 mm. As análises das concentrações de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (Lig), hemicelulose (Hem), celulose (Cel), matéria mineral (MM), cinza insolúvel em detergente neutro (CDIN), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) das dietas foram feitas conforme Silva & Queiroz (2002). Os

carboidratos totais (CT) foram obtidos por diferença, segundo Sniffen et al. (1992), conforme a equação abaixo:

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

Em que, CT = carboidratos totais; %PB = percentagem de proteína bruta; %EE = percentagem de extrato etéreo e %MM = percentagem de matéria mineral.

Os CNF foram calculados como proposto por Detmann *et al.* (2010), conforme equação abaixo:

$$CNF_{cp} = \{100 - [(\%PB) + \%FDN_{cp} + \%EE + \%MM]\}$$

Em que, CNF_{cp} = carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; %PB = percentagem de proteína bruta; %FDN = percentagem de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, %EE = percentagem de extrato etéreo e %MM = percentagem de matéria mineral.

Tabela 3 – Composição percentual (%MS) e química-bromatológica das dietas experimentais

Nutrientes	Dietas		
	Controle	V+NaHCO ₃	NaHCO ₃
Matéria seca	88,38	88,68	88,64
Proteína bruta	18,18	20,68	18,68
Matéria mineral	4,51	7,03	7,17
Celulose	4,35	3,28	3,12
Hemicelulose	12,34	11,51	11,71
FDN	17,37	14,49	14,68
FDN _{cp}	14,6	11,27	11,63
CIDN	1,66	2,41	2,25
FDA	5,02	2,98	2,97
Lignina	1,31	0,6	0,61
CT	74,04	69,21	71,20
CNF	56,67	54,71	56,52
PIDN	1,1	0,81	0,79
NDT	75	72,29	72,29

V+NaHCO₃ = Virginiamicina + bicarbonato de sódio associado a palha de trigo; NaHCO₃ = Bicarbonato de sódio associado a palha de trigo; FDN: fibra em detergente neutro; FDN_{cp}: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA: fibra em detergente ácido; CNF_{cp}: carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; PIDN: proteína insolúvel em detergente neutro; NDT: nutrientes digestíveis totais; CT: carboidratos totais; CNF: carboidratos não fibrosos.

O consumo voluntário coletivo de MS e dos demais componentes das dietas foram calculados pela diferença entre as quantidades oferecidas e as sobras. O consumo

de MS, MO, PB, EE, FDN, FDA foi estimado em g/dia, conforme demonstrado na tabela 4.

Tabela 4 - Consumo de nutrientes de novilhos Holandeses alimentados com alto teor de concentrado

Variáveis	Dietas			Média Geral
	Controle	V+NaHCO ₃	NaHCO ₃	
CMS (g/dia)	6.314,40	5.910,90	6.342,20	6.189,10
CMO (g/dia)	6.029,60	6.168,50	6.557,40	6.251,80
CPB (g/dia)	1.148,10	1.281,00	1.236,30	1.221,80
CEE (g/dia)	206,50	184,70	196,80	196,00
CFDN (g/dia)	1.096,51	1.428,60	1.500,00	1.341,70
CFDA (g/dia)	317,10	547,13	557,10	473,80

V+NaHCO₃ = Virginiamicina + bicarbonato de sódio associado a palha de trigo; NaHCO₃ = Bicarbonato de sódio associado a palha de trigo; CMS: consumo de matéria seca, CMO: consumo de matéria orgânica, CPB: consumo de proteína bruta, CEE: consumo de extrato etéreo, CFDN: consumo de fibra em detergente neutro, CFDA: consumo de fibra em detergente ácido

3.4 - Abate dos Bovinos

Ao final do período experimental, os animais foram conduzidos ao frigorífico Frigogol®, na cidade de União da Vitória – PR, onde foram submetidos ao jejum de alimento sólido de 16 horas e, posteriormente, procedeu-se o abate, de acordo com os métodos recomendados pelo Ministério da Agricultura (RISPOA, 1997).

Devido à pequena capacidade de abate do frigorífico, esta etapa foi realizada em 03 dias; 14, 15 e 16 de março de 2015; foram abatidos no 1º, 2º e 3º dia, os tratamentos 1, 2 e 3, respectivamente. Os animais foram submetidos ao mesmo método de embarque e transporte, que foi realizado no final da tarde anterior, sempre a partir das 15:00 horas, com o auxílio de um caminhão próprio. No frigorífico, os animais eram alocados em currais de descanso, onde eram submetidos ao jejum de alimento sólido, e na manhã seguinte eram pesados e conduzidos à sala de abate.

No momento do abate, sob avaliação sanitária de um médico veterinário, os animais foram insensibilizados por concussão cerebral, em seguida, erguidos, procedeu-se a sangria através da secção das artérias carótidas e veia jugular. Posteriormente, foram lavados com água corrente, retiradas as patas dianteiras e orelhas, e depois abriu-se a linha alba e esfolou manualmente a cabeça para a conclusão do processo de esfolagem com o rolo apropriado. Na evisceração, abriu-se o externo com o auxílio de uma serra elétrica e retirou-se as vísceras vermelhas e verdes para a obtenção da carcaça, que

depois de limpa foi dividida na seção longitudinal da coluna vertebral para a obtenção das meias carcaças.

Para padronização, escolheu-se a meia carcaça direita para fazer as medidas e retiradas das amostras, que foi pesada para a obtenção do peso de carcaça quente (PCQ). Posteriormente, as carcaças foram levadas à câmara fria com temperatura de $2^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, por um período de 24 horas, obtendo-se o peso da carcaça fria (PCF) e peso da meia carcaça (PMCAR).

As pesagens dos bovinos foram realizadas no início do experimento e a cada 28 dias, antes da primeira refeição. Ao final do período experimental, os animais foram pesados para obtenção do peso vivo com jejum (PVCJ), ganho de peso total (GPT) e cálculos de ganho médio diário (GMD), conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar (EA).

3.5 - Obtenção dos Músculos

Após o *rigor mortis*, foram retirados os músculos da meia carcaça direita. O *Longissimus lumborum* foi retirado das vértebras lombares e torácicas, o *músculo Biceps femoris* e *Semimembranosus* foram retirados da perna. Ainda na meia carcaça direita, retirou-se a seção transversal, incluindo as 10^a, 11^a e 12^a costelas, da qual se destacou a secção, segundo Hankins e Howe (1946), secção HH, adaptada por Miiller (1987).

Tanto os músculos como a secção HH foram imediatamente pesados. Os músculos foram retirados da carcaça e, separadamente, com o auxílio de uma faca, retirou-se uma amostra para a análise de ácidos graxos e outra para a análise de colesterol, para evitar vários descongelamentos e, assim, prejudicar a obtenção precisa dos resultados. Com o intuito de evitar queima pelo congelamento, as amostras dos músculos e a secção HH foram embaladas, primeiro em papel filme e depois em papel alumínio e, em seguida, em sacos plásticos previamente identificados por tipo de análise, animal e tratamento, sendo imediatamente armazenados à temperatura de -10°C até realização das análises laboratoriais, que ocorreram no Laboratório de Análise da Unidade Experimental de Caprinos e Ovinos-UECO, da UESB.

3.6 - Determinação da composição tecidual

A seção transversal compreendendo as 10^a, 11^a e 12^a costelas, foi obtida conforme procedimento de Hankins e Howe (1946), adaptada por Miiller (1987). Esses

cortes foram transportados ao laboratório na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, na Unidade Experimental de Caprinos e Ovinos - UECO, em Itapetinga (BA), onde foram pesados e separados em seus componentes físicos: músculo, gordura e osso. Cada um desses componentes foi também pesado para a obtenção da composição do corte, em termos percentuais, em relação à peça inteira.

3.7 - Determinação dos ácidos graxos da dieta e dos músculos, lipídios totais e energia dos músculos

As análises de transesterificação dos lipídios em cromatografia para quantificação dos ácidos graxos foram realizadas no Laboratório de Bioenergia e Meio Ambiente da Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC.

3.7.1 - Perfil e Quantificação de Ácidos Graxos

3.7.1.1 - Músculos

A extração dos lipídeos da dieta e dos músculos para a determinação da composição em ácidos graxos foi realizada segundo Bligh&Dyer (1959).

Cerca de 15 g das amostras de carne, de cada um dos tratamentos, previamente trituradas, foram pesadas em um béquer de 250 mL e adicionados 30 mL de metanol e 15 mL de clorofórmio, seguido de agitação por 5 minutos. Após, adicionou-se mais 15 mL de clorofórmio e a mistura foi agitada por 2 minutos, quando da adição de 15 mL de água destilada e uma nova agitação por mais 5 minutos.

A mistura obtida foi filtrada a vácuo, em funil de Buchner, com papel filtro, e o resíduo transferido novamente para o béquer de 250 mL e adicionado mais 15 mL de clorofórmio, com agitação por 5 minutos. Após, o resíduo foi novamente filtrado a vácuo, fazendo-se uso do mesmo funil de Buchner e papel filtro; o béquer foi ‘lavado’ com 10 mL de clorofórmio para remoção do resíduo remanescente, e novamente filtrado.

O filtrado foi recolhido em funil de separação, onde permaneceu até completa separação das fases, aproximadamente 12 horas. A fase inferior contendo o clorofórmio e a matéria graxa foi drenada para um balão previamente pesado, e a solução concentrada em rota-vapor (banho-maria a 33-34°C).

A matéria graxa restante no balão foi pesada, suspensa em n-heptano, transferida para tubos tipo eppendorfes de 1,5 mL e armazenada à temperatura de congelamento (-

10°C) na ausência da luz. Com os pesos da amostra inicial e da matéria graxa, determinou-se o teor de lipídeos totais gravimetricamente.

A energia foi estimada com base no valor energético dos seus compostos orgânicos; considerou-se que 1g de gordura fornece 9 kcal de energia (NELSON & COX, 2002), sendo assim: Energia = lipídio total x 9 kcal.

3.7.1.2 - Dietas Experimentais

A fração lipídica das dietas foi extraída conforme metodologia proposta por Folch, Stanley e Lee (1957).

Cerca de 10g de cada um dos 3 concentrados e do volumoso (palha de trigo), utilizados nas dietas experimentais, foram pesados em um béquer de 250 mL, adicionados 25 mL de metanol e agitados por 5 minutos. Após, adicionou-se 50 mL de clorofórmio e a mistura foi agitada por mais 5 minutos.

A mistura obtida foi filtrada a vácuo, em funil de Buchner, com papel filtro, e o resíduo transferido novamente para o béquer de 250 mL e adicionado 30 mL de uma solução de clorofórmio e metanol 2:1 (v/v), com agitação por 5 minutos. Após, adicionou-se 45 mL de água e a mistura foi agitada por mais 5 minutos.

O resíduo foi novamente filtrado a vácuo, fazendo-se uso do mesmo funil de Buchner e papel filtro, e o filtrado recolhido em funil de separação, onde permaneceu até completa separação das fases, aproximadamente 12 horas. A fase inferior contendo o clorofórmio e a matéria graxa foi drenada para um balão previamente pesado, e a solução concentrada em rota-vapor (banho-maria a 33-34 °C).

A matéria graxa restante no balão foi pesada, suspensa em n-heptano, transferida para eppendorfes e armazenada à temperatura de congelamento (-10 °C) na ausência da luz.

3.7.2 - Transesterificação dos lipídios extraídos

A transesterificação dos lipídios extraídos, dos músculos e das dietas foi realizada conforme o método 5509 da ISO (1978).

Em tubos de ensaio com tampa rosqueável, previamente identificados e pesados, foi adicionada a gordura guardada nos eppendorfes, em n-heptano. Após, o n-heptano foi evaporado sob fluxo de nitrogênio e os tubos novamente pesados para quantificação

da amostra lipídica. Foi estabelecido um limite máximo de 200 mg de gordura por tubo de ensaio, a fim de facilitar a identificação e quantificação dos ácidos graxos.

Seguidamente, foi adicionado n-heptano, numa proporção de 2mL para cada 200 mg de gordura, com agitação até completa dissolução, 1 mL do padrão interno tridecanoato de metila (2 mg.mL^{-1}) e 2 mL de uma solução 2M de KOH em metanol.

O tubo foi fechado, agitado vigorosamente por 5 minutos e deixado em 'descanso' por 1 hora para a separação das fases. Logo após, aproximadamente 1,5 mL da fase superior foi transferida, como o auxílio de uma pipeta de pasteur, para um *vial* e armazenado sob congelamento até o momento das análises cromatográficas.

3.7.3 - Condições Cromatográficas e Identificação dos Ésteres Metílicos de Ácidos Graxos

A análise cromatográfica foi conduzida utilizando um cromatógrafo em fase gasosa (Varian CP-3800), equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida CP7489 (100 m, 0,25 mm d.i.).

O tempo total da corrida cromatográfica foi de 71,25 minutos, divididos em 3 rampas de aquecimento, conforme segue: 120 °C (10 min), 190 °C ($3^{\circ}\text{C.min}^{-1}$; 5 min), 210 °C ($1^{\circ}\text{C.min}^{-1}$) e 240 °C ($10^{\circ}\text{C.min}^{-1}$; 10 min).

A temperatura do injetor e detector foram, respectivamente, 250 e 290°C, a razão de divisão da amostra 1:120 e o volume de injeção das amostras, analisadas em duplicata, de 1,0 μL .

As áreas dos picos dos ésteres metílicos de ácidos graxos foram determinadas através do software System Control 3800.

A identificação dos ésteres metílicos de ácidos graxos dos músculos e das dietas experimentais (Tabela 5), obtida a partir da média entre as 4 amostras separadas por nível de proteína na dieta, foi realizada por comparação do tempo de retenção dos ésteres metílicos de ácidos graxos da amostra com uma mistura padrão de 37 ésteres metílicos de ácidos graxos (18919 Supelco, EUA) e isômeros geométricos c9-t11 e t10-c12 do ácido linoleico (O5632 Sigma, EUA).

3.7.4 - Quantificação dos Ácidos Graxos

A quantificação dos ácidos graxos, em mg/g de lipídios totais (LT), foi efetuada em relação ao padrão interno tridecanoato de metila (C23:0) da Sigma.

Tabela 5 - Composição de ácidos graxos (mg/g) dos ingredientes e da dieta fornecida a bovinos machos Holandês submetidos a dietas com alto concentrado

Ácidos Graxos	Ingredientes				Dietas		
	Soja	Milho	Supra Max	Palha de trigo	Controle	V+ NaHCO ₃	NaHCO ₃
14:0	1,07	1,72	-	3,11	2,16	1,48	1,68
15:0	-	-	-	2,29	0,59	-	-
16:0	87,96	95,30	7,12	30,04	82,02	90,53	93,80
17:0	1,13	1,32	-	1,10	1,05	1,14	1,21
18:0	-	-	-	-	0,95	0,70	0,66
20:0	2,53	4,87	-	24,84	3,32	3,79	3,94
21:0	32,72	5,32	1,53	-	8,01	10,39	10,79
22:0	2,96	1,57	-	9,60	1,35	1,55	1,54
23:0	11,25	11,20	9,02	12,33	10,25	10,15	9,93
16:1	1,16	2,05	-	1,43	2,99	1,90	2,01
17:1	-	-	-	2,40	-	-	-
24:1	0,94	1,74	0,53	1,35	0,58	1,29	0,62
18:1n9t	30,36	25,21	1,17	72,79	18,32	22,10	25,22
18:1n9c	1,78	4,39	12,78	2,07	4,16	2,35	3,66
18:2n6t	12,61	248,53	-	98,06	209,53	218,73	227,34
18:2n6c	293,39	315,47	20,38	29,51	280,18	311,30	316,62
18:3n3	1,14	-	-	-	0,93	1,51	1,53
20:3n3	0,83	1,35	-	1,48	1,91	1,59	2,12
20:5n3	1,29	1,94	0,29	6,68	1,60	1,86	1,55
22:6n3	2,96	1,22	0,38	0,99	2,36	3,52	2,52

V+NaHCO₃ = Virginiamicina + bicarbonato de sódio associado a palha de trigo; NaHCO₃ = Bicarbonato de sódio associado a palha de trigo; 14:0 (mirístico); 15:0 (Pentadecanoico); 16:0 (palmitico); 17:0 (márgario); 18:0 (esteárico); 20:0 (araquídico); 21:0 (eicosanoico) ; 22:0 (behênico); 23:0 (tricosanato de metila); 16:1 (palmitoleico); 17:1 (pentadecanoico) ; 24:1 (nervônico); 18:1n9t (Oleico trans); 18:1n9c (Oleico cis) ; 18:2n6t (linoleico trans); 18:2n6c (linoleico cis); 18:3n3 (γ -linolênico); 20:3 n3 (ETE-eicosatrienóico); 20:5n3 (EPA-eicosapentaenóico); 22:6n3 (DHA-docosahexaenóico).

Os cálculos da concentração dos ácidos graxos contidos nas amostras foram realizados conforme Visentainer e Franco (2006):

$$C(\text{g. } 100\text{g}^{-1}) = \frac{A_x \cdot M_{23:0} \cdot F_{RT}}{A_{23:0} \cdot M_A \cdot F_{CT}}$$

Em que: A_x Área dos ésteres metílicos dos ácidos graxos
 $A_{23:0}$ Área do padrão interno;
 $M_{23:0}$ Massa do padrão interno adicionado à amostra (mg);
 M_A Massa da amostra (g);
 F_{RT} Fator de resposta teórico dos ésteres metílicos de ácidos graxos
 F_{CT} Fator de conversão para expressar os resultados em mg de AG/g de LT.

Para a determinação dos ácidos graxos saturados (AGS), ácidos graxos insaturados (AGI), ácidos graxos monosaturados (AGM), ácidos graxos poli-insaturados (AGP), ácidos graxos desejáveis (AGD) = AGMI + AGPI + C18:0, as razões AGI:AGS, AGP:AGM e $\Omega 6:\Omega 3$, ácidos graxos hipocolesterolêmicos (HIPO) = AGM + AGP ou AGI, ácidos graxos hipercolesterolêmicos (HIPER) = C14:0 + C16:0, e a razão entre eles (HIPER/HIPO), foi utilizada a metodologia proposta por Santos-Silva (2002).

Foram determinados ainda os índices de Aterogenicidade (IA) = [(C12:0 + (4 x C14:0) + C16:0)] / (Σ AGMI + $\Sigma\Omega 6$ + $\Sigma\Omega 3$) e índice de Trombogenicidade (IT) = (C14:0 + C16:0 + C18:0) / [(0,5 X Σ AGMI) + (0,5 X $\Sigma\Omega 6$ + (3 X $\Sigma\Omega 3$) + ($\Sigma v3/\Sigma\Omega 6$)], segundo metodologia proposta por Ulbricht e Southgate (1991).

3.8 – Colesterol

3.8.1 - Extração da Matéria Insaponificável

Em um tubo de ensaio com tampa rosqueável, adicionou-se 2 g de carne, previamente triturada, 4 mL de uma solução aquosa de hidróxido de potássio (KOH) 50% e 6mL de álcool etílico P.A. Após, a mistura foi agitada em vórtex por 1 minuto e deixada em repouso, na ausência da luz, por 22 horas, para a completa reação de saponificação.

Em seguida, foi adicionado 5 mL de água destilada e 10mL de hexano P.A. Os tubos foram novamente agitados por 5 minutos em vórtex, deixados em repouso por 1 hora na ausência da luz, até separação das fases.

A fração hexânica superior foi coletada, transferida para um balão de fundo chato e evaporada em rota-vapor (banho-maria a 33-34°C).

O resíduo remanescente no balão, após evaporação, foi diluído em 2,5 mL da fase móvel (acetonitrila:isopropanol na proporção de 85:15, grau de pureza cromatográfico), filtrado, com o auxílio de uma seringa, em um microfiltro (CHROMAFIL®) de 25 mm, com membrana filtrante de Politetrafluoroetileno (PTFE) e porosidade de 0,45 µm, e acondicionado em tubos de eppendorfes de 1,5 mL.

Os tubos de eppendorfes foram armazenados à temperatura de congelamento e ausência da luz até o momento das análises cromatográficas.

3.8.2 - *Quantificação do Colesterol Total*

A quantificação do colesterol foi realizada pela técnica de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), em um cromatógrafo líquido da Shimadzu acoplado a um detector de arranjo de diodos a 202 nm.

O colesterol foi separado em uma coluna analítica EC-150/4.6 C18, com 15cm de comprimento, 4,6 mm diâmetro interno e 5 µm de tamanho de partículas. A temperatura do forno foi ajustada para 40°C e o tempo de análise a 10 minutos. A fase móvel utilizada foi acetonitrila:isopropanol 85:15 (v/v), com vazão constante de 2,0 mL.min⁻¹.

O colesterol foi identificado através da comparação do tempo de retenção dos picos das amostras com o do padrão colesterol (Cholesterol, cód. C8667 - Sigma-Aldrich®).

Foram realizadas injeções de 100µL, em duplicata, e as áreas dos picos do colesterol determinadas através do software LCSolution®.

A quantificação foi realizada integrando-se as áreas dos picos obtidos e calculada sua concentração (mg.100g⁻¹) por uma equação de reta obtida através de uma curva padrão montada com o padrão de colesterol.

3.9 - **Análise estatística**

A predição das proporções de músculos, ossos e tecido adiposo na carcaça foi realizada segundo equações preconizadas por Hankins & Howe (1946):

Proporção de músculo: $Y = 16,08 + 0,80 X$;

Proporção de tecido adiposo: $Y = 3,54 + 0,80 X$;

Proporção de ossos: $Y = 5,52 + 0,57 X$,

em que X é porcentagem dos componentes na seção HH.

Os valores de colesterol e ácidos graxos dos músculos *Longissimus lumborum*, *Biceps femoris* e *Semimembranosus* foram analisados através de parcela subdividida no espaço, cujas parcelas eram os músculos, o espaço e a carcaça, num delineamento inteiramente casualizado, com 11 repetições (bovinos) e 03 tratamentos. Os valores médios das variáveis foram comparados por meio de teste Tukey, adotando-se o nível de significância de 5% e utilizando-se o pacote estatístico Statistical Analyses System (SAS, 2001).

IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – Desempenho Produtivo, Lipídios Totais e Energia dos Músculos

O peso vivo com jejum foi superior nos animais que consumiram as dietas controle e NaHCO_3 , conforme mostra a Tabela 6. Observou-se maior desempenho para os animais que consumiram a dieta controle, os quais obtiveram maior ganho de peso total ($p=0,0032$), maior ganho médio diário ($p=0,0032$), menor conversão alimentar ($p=0,0141$) e maior eficiência alimentar ($p=0,0096$). As dietas V+NaHCO_3 e NaHCO_3 proporcionaram desempenho semelhante para os animais, isso mostra que, neste experimento, a virginiamicina não foi o fator principal para a melhorar o desempenho animal.

Tabela 6 – Desempenho de novilhos Holandês alimentados com alto teor de concentrado

Variáveis	Dietas			Média Geral	EPM	Pr>F
	Controle	V+ NaHCO_3	NaHCO_3			
PVCJ (kg)	395,25a	349,82b	360,09ab	368,39	7,412	0,0269
GPT (kg)	278,71a	235,5b	237,14b	250,45	6,23	0,0032
GMD (kg/dia)	1,29a	1,09b	1,1b	1,16	0,029	0,0032
CA (kg)	4,87b	5,59ab	5,83a	5,43	0,144	0,0141
EA (kg)	0,21a	0,18ab	0,17b	0,19	0,05	0,0096

V+NaHCO_3 = Virginiamicina + bicarbonato de sódio associado a palha de trigo; NaHCO_3 = Bicarbonato de sódio associado a palha de trigo

PVCJ: peso vivo com jejum, GPT: ganho de peso total, GMD: ganho médio diário, CA: conversão alimentar, EA: eficiência alimentar

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ($P<0,05$) pelo teste Tukey.

Dois fatores contribuíram para o melhor desempenho da dieta controle, o primeiro foi o maior aporte energético da dieta, conforme demonstrado na Tabela 3, na qual continha 75% de NDT contra 72,29% das dietas V+NaHCO_3 e NaHCO_3 . O outro fator foi o consumo de matéria-seca (CMS) e o consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), conforme demonstrado na Tabela 4. O peso vivo com jejum (PVCJ) obteve o

mesmo comportamento que o CMS, visto que os animais que consumiram as dietas controle e NaHCO_3 obtiveram pesos semelhantes e a virginiamicina proporcionou menor PVCJ (0,0269). No entanto, o CFDN foi superior nos animais que consumiram NaHCO_3 . Sendo assim, a maior parte da matéria-seca ingerida pelos animais que consumiram a dieta controle eram de carboidratos não fibrosos, que possuem um maior aporte energético, proporcionando um melhor desempenho a esses animais.

Resultados semelhantes foram encontrados por Bren *et al.* (2014) que, ao avaliarem diferentes níveis de concentrado na dieta de bovinos, encontraram diferença para GMD e conversão alimentar (CA), cujo maior nível de inclusão, 1,4% do peso vivo, proporcionou o melhor desempenho. Os autores relataram que os resultados ocorreram devido ao maior consumo de nutrientes digestíveis totais na dieta devido ao aumento do concentrado.

Todavia, observando a conversão alimentar e a eficiência alimentar, observa-se que a virginiamicina melhora estes índices em relação ao controle. Segundo Maciel *et al.* (2015), a virginiamicina tem ação contra bactérias ruminais gram-positivas e possui capacidade de modular a fermentação ruminal, podendo alterar os produtos gerados no rúmen, além de interferir na degradação de nutrientes. Este desempenho adicional de bovinos que consumiram a virginiamicina pode ter ocorrido em função do aumento na síntese de ácido propiônico, que é mais eficiente em energia que outros ácidos. Entretanto, recentes pesquisas têm permitido inferir que outros processos acontecem, como incremento na síntese de proteína microbiana, conforme relatado por Costa (2016). Outras pesquisas destacam a possibilidade de atuação da virginiamicina na fisiologia da digestão nos intestinos delgado e grosso dos bovinos (NUÑEZ, 2008), conforme sugere o efeito do antibiótico em monogástricos. Diversos estudos sugerem modificações na flora bacteriana com alterações no metabolismo de carboidratos no intestino (DAVIS, 1998) e redução na espessura da parede intestinal (HENRY *et al.* 1987).

Ao avaliar a composição centesimal dos músculos *Longissimus lumborum*, *Biceps femoris* e *Semimembranosus*, na Tabela 7, observou-se que as dietas não influenciaram na quantidade de lipídeos totais ($p=0,051$) e energia ($p=0,052$) dos músculos avaliados. Porém, ao avaliar os músculos, verificou-se que o *semimembranosus* é o músculo que apresentou a maior afinidade em depositar gordura ($p=0,0192$) que os demais e, conseqüentemente, apresenta uma maior quantidade de energia.

Tabela 7 – Lipídios totais e energia dos músculos *Longíssimus Lumborum*, *Biceps femoris* e *Semimembranosus* de novilhos Holandês alimentados com alto teor de concentrado

Variável	Músculo	Dieta			Média Geral	EPM	Pr>F		
		Controle	V+NaHCO ₃	NaHCO ₃			Dieta	Músculo	Dieta X Músculo
Lipídeos totais (%)	<i>Longíssimus Lumborum</i>	1,20	1,30	1,00	1,16B	0,059			
	<i>Biceps Femoris</i>	1,83	1,77	1,28	1,63AB	0,171	0,051	0,0192	0,5655
	<i>Semimembranosus</i>	2,40	1,58	1,42	1,80A	0,248			
	Média Geral	1,81	1,55	1,23					
Energia (Kcal/kg)	<i>Longíssimus Lumborum</i>	107,90	116,65	89,83	104,79B	5,350			
	<i>Biceps Femoris</i>	165,16	159,44	115,28	146,63AB	15,411	0,052	0,0192	0,4674
	<i>Semimembranosus</i>	215,92	142,19	127,86	161,98A	22,384			
	Média Geral	162,99	139,43	110,99					

V+NaHCO₃ = Virginiamicina + bicarbonato de sódio associado a palha de trigo

NaHCO₃ = Bicarbonato de sódio associado a palha de trigo

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si (P<0,05) pelo teste Tukey. Nas linhas, letras minúsculas e, nas colunas, letras maiúsculas.

EP – Erro padrão da média. P>F – probabilidade obtida do estudo de parcela subdividida no espaço.

N = 33

A maior deposição de gordura no *semimembranosus* pode estar relacionado ao tipo de exercício exercido por este músculo e, conseqüentemente, o seu tipo de fibra muscular. As fibras vermelhas apresentam menor diâmetro, número elevado de capilares, alta quantidade de mioglobina, metabolismo oxidativo, alto teor lipídico, contração lenta, alta resistência à fadiga (MINAMOTO, 2005) e apresentam maiores quantidades de glicogênios e enzimas relacionadas com a glicólise anaeróbica (FILHO *et al.*, 2011).

Já as fibras brancas apresentam como características, maior diâmetro, número inferior de capilares, baixa quantidade de mioglobina, coloração branca, metabolismo glicolítico, baixo teor lipídico, contração rápida e baixa resistência à fadiga (MINAMOTO, 2005). O lipídio atua como combustível metabólico para as fibras vermelhas, pois estas apresentam menor conteúdo de glicogênio do que as fibras brancas (FILHO *et al.*, 2011).

Os teores de lipídios totais encontrados neste trabalho apresentam-se condizentes com os resultados dos estudos de taxas de lipídeos totais (1 a 3%) em bovinos observadas na Bélgica, por Cuvelier *et al.* (2006); na Itália, por Cifuni *et al.* (2004); em Portugal, por Alfaia *et al.* (2007); e na Espanha, por Serra *et al.* (2008). Torres *et al.* (2000), em seu estudo, apresentaram valores de teores lipídicos de cortes bovinos de 12,78%, 4,3% e 4,02% para contrafilé, acém e patinho, respectivamente, corroborando o presente trabalho ao mostrar que a deposição lipídica acontece de forma desuniforme na carcaça.

4.2 - Composição Tecidual

Na Tabela 8 estão descritos os valores médios da seção HH, tecidos muscular, adiposo e ósseo, as relações músculo:tecido adiposo e músculo:osso. Não foi encontrada diferença significativa entre os pesos médios da seção HH nos tratamentos controle, V+NaHCO₃ e NaHCO₃, com médias de 5,61; 4,69 e 4,80 kg, respectivamente.

Os animais que consumiram a dieta controle obtiveram uma quantidade maior de tecido muscular, com média de 3 kg, correspondendo a 53,56% dos tecidos observados na seção HH e, quando este valor foi estimado para a carcaça por meio da equação de Hankins & Howe (1946), encontrou-se uma média de 58,93%, conforme a Tabela 9. A dieta com NaHCO₃ foi semelhante à controle, com média de 2,68 kg, que correspondeu a 55,83% dos tecidos na seção HH e foi estimado uma média de 60,75% de tecido muscular na carcaça. A dieta V+NaHCO₃ foi inferior à controle, porém, foi semelhante

à dieta NaHCO_3 , que obteve uma média de 2,44 kg, correspondendo a 52,42% dos tecidos da seção HH e um valor estimado de 58,02% na carcaça.

Tabela 8. Valores médios dos tecidos muscular, adiposo e ósseo observados e estimados pela seção HH de novilhos holandês alimentados com dieta de alto grão

Tecidos da Seção HH	Dieta			Epm	Pr > F
	Controle	V+ NaHCO_3	NaHCO_3		
Seção HH (kg)	5,61	4,69	4,80	0,28	0,0642
Muscular (kg)	3,00a	2,44b	2,68ab	0,15	0,0476
Adiposo (kg)	0,48	0,48	0,25	0,08	0,1091
Ósseo (kg)	1,21	1,11	1,20	0,08	0,6955
R M:A	7,99	10,48	12,85	2,13	0,2885
R M:O	0,85	0,62	0,62	0,98	0,1966

V+ NaHCO_3 = Virginiamicina + bicarbonato de sódio associado a palha de trigo; NaHCO_3 = Bicarbonato de sódio associado a palha de trigo; R M:A (relação músculo e adiposo); R M:O (relação músculo e ósseo)

Epm = Erro padrão da média; Pr > F - probabilidade obtida do estudo de parcela subdividida no espaço. Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

A maior quantidade de NDT na dieta controle proporcionou um maior desenvolvimento do tecido muscular nos animais que consumiram essa dieta. Resultados semelhantes encontrados nos animais que consumiram a dieta NaHCO_3 foi proporcionado pelo elevado CMS.

A diferença estatística encontrada na quantidade de tecido muscular da seção HH pode ser justificada pela maior quantidade de NDT nessa dieta. O músculo é o principal componente quantitativo da carcaça, seguido da gordura e do osso. A curva de crescimento dos tecidos mostra que as quantidades de músculo e osso aumentam com a velocidade, proporcionalmente menores que o peso da carcaça. O peso de gordura aumenta mais rapidamente que o peso da carcaça, demonstrando a maturidade fisiológica de cada tecido, no qual o ósseo é mais precoce, o muscular intermediário e o adiposo tardio (CEZAR & SOUZA 2010). Observando a cronologia, ao serem abatidos os animais, os mesmos já tinham o crescimento pleno do tecido ósseo e iniciavam a deposição de gordura, justificando a igualdade para estes tecidos.

Como esperado, o tecido encontrado em maior proporção foi o músculo. Conforme Berg & Butterfield (1976), dentre os tecidos que compõem a carcaça, o muscular é o mais importante, já que é o mais desejado pelo consumidor. Com isso, a carcaça deve apresentar quantidade máxima de músculo, mínima de osso e quantidade de gordura que varia de acordo com a preferência do consumidor.

Tabela 9 - Percentagens dos tecidos observada da seção HH e estimada da carcaça de novilhos Holandês alimentados com alto teor de concentrado

Tecidos	Item	Dietas					
		Controle		V+NaHCO ₃		NaHCO ₃	
		HH	CAR	HH	CAR	HH	CAR
Tecido Muscular	Média (%)	53,56	58,93	52,42	58,02	55,83	60,75
	Des (%)	-2,00	-1,60	-3,35	-2,68	2,02	1,61
	Amplitude (%)	47,34 – 63,27	53,95 – 66,69	46,10 – 57,91	52,96 – 62,41	46,71 – 60,22	53,45 – 64,25
Tecido Adiposo	Média (%)	8,60	10,42	9,43	11,08	5,33	7,81
	Des (%)	0,81	0,65	-0,59	-0,47	-1,20	-0,96
	Amplitude (%)	2,68 – 17,57	5,68 – 33,14	1,45 – 23,27	4,70 – 22,16	2,59 – 12,54	5,61 – 13,58
Tecido Ósseo	Média (%)	18,13	22,12	23,77	19,97	25,16	19,84
	Des (%)	0,06	0,10	-0,78	-0,45	-1,88	-1,07
	Amplitude (%)	14,07 – 24,41	14,99 – 33,14	15,25 – 32,00	14,21 – 23,76	20,46 – 35,40	17,28 – 25,70

V+NaHCO₃ = Virginiamicina + bicarbonato de sódio associado a palha de trigo; NaHCO₃ = Bicarbonato de sódio associado a palha de trigo

HH: composição observada da seção HH; CAR: composição estimada da carcaça; Des: desvio-padrão

Não houve diferença entre os tecidos adiposo e ósseo da seção HH dos animais, assim como as relações músculo:adiposo e músculo:gordura. A dieta controle promoveu média de 0,48 kg de tecido adiposo, correspondendo a 8,60% dos tecidos observados e estimou-se 10,42%. A dieta V+NaHCO₃ também proporcionou uma quantidade de 0,48 kg de gordura na seção HH, porém, isso corresponde a 9,43% dos tecidos observados e estimou-se 11,08% de gordura na carcaça. Já a dieta de NaHCO₃, proporcionou 0,25 kg de tecido adiposo, que corresponde a 5,33% do observado na seção HH e 7,81% do estimado na carcaça.

O tecido ósseo apresentou valores de 1,21; 1,11 e 1,20 kg para os animais que consumiram as dietas controle, V+NaHCO₃ e NaHCO₃, respectivamente. Para este tecido, as médias em porcentagem observada da seção HH e estimada da carcaça foram 18,13 e 22,12%; 23,77 e 19,97% e; 25,16 e 19,84%, respectivamente.

O valor médio encontrado para porcentagem de músculo na seção HH neste estudo (53,94%) está próximo ao encontrado por Razook *et al.* (2001) que, ao estudar diferentes grupos genéticos, obtiveram resultados semelhantes para raças Zebuínas (55,7% para Nelore e 56,3% para Guzerá) e estes foram inferiores ao Caracu, que obteve média de 64,7% de tecido muscular. A porcentagem para gordura para todos os grupos genéticos foi superior a este trabalho (21,7; 26,9 e 18,6% para Guzerá, Nelore e Caracu, respectivamente), fato explicado pela genética, da qual as raças citadas possuem aptidão para corte e, conseqüentemente, são mais propensas a depositar gordura. Durante a fase de crescimento do animal, a gordura é o tecido que apresenta o desenvolvimento mais tardio, mas é depositado em todas as idades, desde que o consumo de energia exceda ao requerido pelo animal (BOGGS & MERKEL, 1981).

Para o tecido ósseo, Razook *et al.* (2001) encontraram o menor valor para o Caracu (16,7%) e o maior para Nelore (19,2%), relatando que esses resultados foram superiores aos encontrados por Nardon (1998), que verificou valores de 15,8% para animais Guzerá e 15% para Nelore. Com médias que chegaram a 23,77% de tecido ósseo para os animais que consumiram a dieta de NaHCO₃, observou-se médias bem superiores aos estudos citados, justificado pela genética, da qual os animais Holandês possuem aptidão para a produção de leite, não sendo tão eficiente na deposição dos outros tecidos, quando comparado com raças de aptidão para corte.

Devido à alta quantidade de tecido ósseo, foi encontrado baixas relações músculo:osso, que apresentaram valores de 0,85, para os animais que consumiram a dieta controle; 0,62, para os que consumiram a dieta V+NaHCO₃; e 0,62, para os que

consumiram NaHCO_3 . Ao avaliarem níveis de substituição do milho pelo farelo de babaçu, Miotto *et al.* (2012) observaram média de 4,35 para a relação músculo:osso em animais mestiços Pardo Suiço x Nelore em confinamento, valores superiores ao presente trabalho. A falta de aptidão para corte, ou seja, a pouca capacidade de deposição de tecido muscular pode justificar tal diferença.

Miotto *et al.* (2012) observaram média de 3,6 para a relação músculo:adiposo, valores bem inferiores ao presente estudo que obteve valores de 7,99 a 12,85. Essa elevação foi impulsionada pela pouca quantidade de tecido adiposo. Para esse mesmo autor, é importante que a indústria frigorífica e o mercado varejista busquem melhores relações músculo:osso e músculo:gordura, já que estes tecidos compreendem a porção de tecido comercializável da carcaça, determinando melhores rendimentos da desossa.

A figura 2 mostra a quantidade estimada de tecido muscular na carcaça dos animais diante das dietas avaliadas, nas quais observou-se que a dieta controle e NaHCO_3 apresentaram as maiores quantidades deste tecido, cujos valores foram estimados em torno de 120 kg, sendo que as repetições da dieta $\text{V}+\text{NaHCO}_3$ estão um pouco a baixo. A figura 3 ilustra a quantidade estimada do tecido ósseo na carcaça, para a qual não foi encontrado diferença estatística na deposição deste tecido, e os valores estimados estão em torno de 40 kg. Já a figura 4 ilustra a quantidade estimada de tecido adiposo na carcaça, que também não diferiu entre as dietas, apresentando valores que variaram entre 7 e 9 kg. Na figura 4, observa-se uma distribuição heterogênea das repetições, que aconteceu principalmente no tecido adiposo. Um dos motivos para essa ocorrência é que esta análise é totalmente manual e muito laboriosa, sendo realizada em equipe, o que a torna subjetiva.

Figura 2: Tecido muscular observado e estimado (kg)

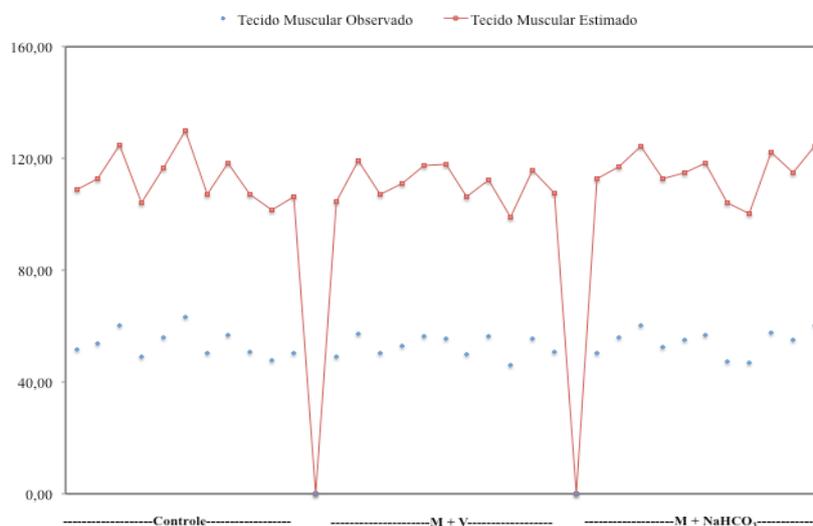


Figura 3: Tecido ósseo observado e estimado (kg)

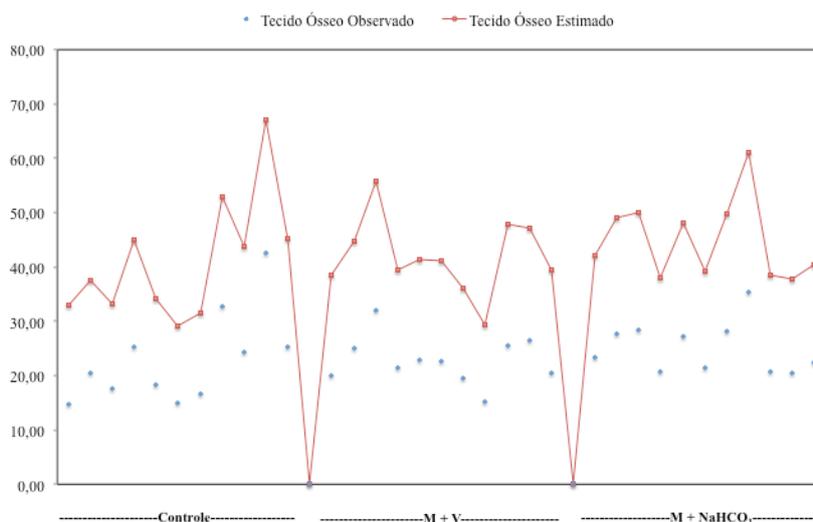
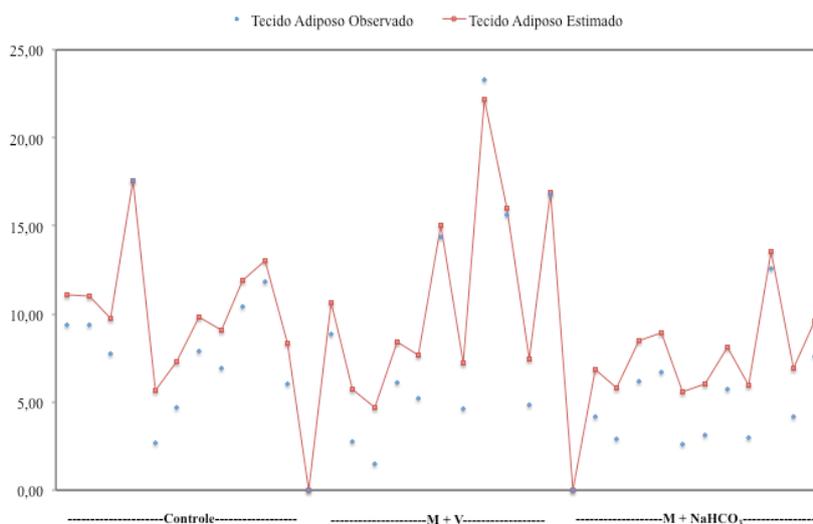


Figura 4: Tecido adiposo observado e estimado (kg)



4.3 - Ácidos Graxos

Foram identificados 18 ácidos graxos, sendo 8 saturados, 4 monosaturados, 6 insaturados. De acordo com os valores observados para ácidos graxos saturados nas tabelas 10 e 11, as dietas influenciaram apenas as quantidades de tridecanoico (13:00), esteárico (18:00) e behênico (22:00). A dieta V+NaHCO₃ apresentou as maiores quantidades, quando comparada às demais. Os ácidos graxos saturados podem ser originados da dieta ou a partir da biohidrogenação dos seus correspondentes insaturados.

Tabela 10 – Ácidos graxos saturados dos músculos *Longissimus Lumborum*, *Biceps femoris* e *Semimembranosus* de novilhos holandês alimentados com alto teor de concentrado (mg/g)

Ácido Graxo	Músculo	Dieta			Média Geral	EPM	Pr > F		
		Controle	V+NaHCO ₃	NaHCO ₃			Dieta	Músculo	Dieta X Músculo
13:00 (Tridecanoico)	<i>Longissimus lumborum</i>	0,42 b B	0,60 a B	0,40 b B	0,48 B	0,25	0,0059	0,0001	0,0001
	<i>Biceps femoris</i>	0,59 c B	1,20 b A	4,66 a A	2,15 A				
	<i>Semimembranosus</i>	0,98 a A	1,14 a A	0,44 b B	0,86 B				
	Média geral	0,67 b	0,98 ab	1,83 a					
14:00 (Mirístico)	<i>Longissimus lumborum</i>	5,29	6,25	4,60	5,38 B	1,84	0,9327	0,0241	0,7752
	<i>Biceps femoris</i>	8,64	11,02	12,72	10,79 AB				
	<i>Semimembranosus</i>	14,23	9,93	12,89	12,35 A				
	Média geral	9,38	9,13	10,07					
15:00 (Pentadecanoico)	<i>Longissimus lumborum</i>	1,16	1,46	1,08	1,28 B	0,43	0,8828	0,0126	0,6885
	<i>Biceps femoris</i>	1,97	3,20	3,13	2,77 A				
	<i>Semimembranosus</i>	3,26	2,45	3,02	2,91 A				
	Média geral	2,13	2,37	2,41					
17:00 (Margárico)	<i>Longissimus lumborum</i>	6,17	7,66	6,15	6,64	2,13	0,6531	0,2439	0,5175
	<i>Biceps femoris</i>	9,79	9,22	13,59	10,87				
	<i>Semimembranosus</i>	16,39	7,27	10,06	11,24				
	Média Geral	10,78	8,05	9,93					

V+NaHCO₃ = Virginiamicina + NaHCO₃ associado a palha de trigo; NaHCO₃ = Bicarbonato de sódio associado a palha de trigo
 Médias seguidas de letras distintas diferem entre si (P<0,05) pelo teste Tukey. Nas linhas, letras minúsculas e, nas colunas, letras maiúsculas.
 Epm - erro padrão da média. Pr > F - probabilidade obtida do estudo de parcela subdividida no espaço.

N = 33

A diferença encontrada para o tridecanoico (13:00), esteárico (18:00) e behênico (22:00) foi influenciada pela grande quantidade de ácidos graxos insaturados, percussores nas dietas, conforme demonstrado na tabela 5, associado ao efeito da virginiamicina de inatividade sobre a bactéria *Butyrivibrio fibrisolvens*. O 18:1n9t, 18:1n9c, 18:2 n6t, 18:2n6c e 18:3n3 precursores do 18:00; 22:6n3, precursor do 22:00.

A biohidrogenação é obtida pela adição de um íon hidrogênio em uma dupla ligação, resultando na conversão de ácidos graxos insaturados em seus saturados correspondentes. Como exemplo, a maioria dos ácidos insaturados que têm 18 carbonos (18:1, 18:2 e 18:3, respectivamente, oleico, linoleico e linolênico) ou 16 carbonos (16:1, o palmitoleico) será convertida a ácido esteárico (18:0) e palmítico (16:0), respectivamente. Uma vez que, o processo de biohidrogenação não é 100% completo para todos os poli-insaturados, alguns como o ácido linoleico, linolênico e produtos intermediários, tais como ácidos linoleico conjugados e trans-11 C18:1 (ácido trans-vacênico), alcançam o duodeno e são absorvidos (HOLANDA et al., 2011).

Outro fator que pode ter contribuído para a maior biohidrogenação desses ácidos graxos e, como consequência, o aumento do tridecanoico, esteárico e behênico nos músculos dos animais que consumiram a virginiamicina foi a inatividade deste aditivo sobre a bactéria *Butyrivibrio fibrisolvens*. A técnica da Reação em Cadeia de Polimerase, utilizada por Guo et al. (2012) para avaliar a população microbiana no fluido ruminal de novilhos alimentados com virginiamicina, confirmou que este aditivo não afeta a população de *Butyrivibrio fibrisolvens* e, segundo Maia et al. (2010), esta é a maior bactéria responsável pela biohidrogenação.

Segundo Madron *et al.* (2002), a população microbiana ruminal é dividida em dois grupos: o primeiro grupo pelas bactérias responsáveis pelas reações de transformação do ácido linoleico (C18:2n-6) em ácido vacênico (C18:1 *trans*-11), enquanto o segundo grupo de microrganismos está envolvido na catalisação do passo final, em que o ácido vacênico (C18:1 *trans*-11) é convertido a ácido esteárico (C18:0). Assim, uma mudança no ambiente ruminal pode alterar as proporções e a composição dessas duas populações, associadas à produção de CLA.

A presença desses ácidos graxos em maior quantidade nos lipídios influencia na qualidade nutricional da carne bovina, podendo-se verificar os graus de saturação e instauração existente nos músculos observados e a indução destes a uma menor ou maior qualidade de carne. O maior grau de saturação induz a uma menor qualidade, em virtude dos efeitos negativos à saúde humana.

Tabela 11 - Ácidos graxos saturados dos músculos *Longissimus Lumborum*, *Biceps femoris* e *Semimembranosus* de novilhos holandês alimentados com alto teor de concentrado (mg/g)

Ácido Graxo	Músculo	Dieta			Média Geral	EPM	Pr > F		
		Controle	V+NaHCO ₃	NaHCO ₃			Dieta	Músculo	Dieta X Músculo
18:00 (Estearico)	<i>Longissimus lumborum</i>	1,98	2,11	1,93	2,01 C	23,48	0,0042	0,0001	0,1174
	<i>Biceps femoris</i>	32,82	126,79	68,11	76,01 A				
	<i>Semimembranosus</i>	48,12	96,25	35,00	58,13 B				
	Média geral	25,97 b	75,05 a	35,12 b					
20:00 (Araquídico)	<i>Longissimus lumborum</i>	38,26	44,93	50,06	44,41 A	1,84	0,9327	0,0241	0,7752
	<i>Biceps femoris</i>	24,26	0,66	53,09	26,00 B				
	<i>Semimembranosus</i>	29,77	0,70	3,15	11,21 C				
	Média geral	30,77	15,43	35,44					
22:00 (Behênico)	<i>Longissimus lumborum</i>	0,32	0,33	0,27	0,30 B	0,22	0,0009	0,0001	0,1029
	<i>Biceps femoris</i>	0,61	2,42	1,31	1,45 A				
	<i>Semimembranosus</i>	0,96	2,64	1,32	1,57 A				
	Média geral	0,63 b	1,79 a	0,90 b					

V+NaHCO₃ = Virginiamicina + NaHCO₃ associado a palha de trigo; NaHCO₃ = Bicarbonato de sódio associado a palha de trigo
 Médias seguidas de letras distintas diferem entre si (P<0,05) pelo teste Tukey. Nas linhas, letras minúsculas e, nas colunas, letras maiúsculas.
 Epm - erro padrão da média. Pr > F - probabilidade obtida do estudo de parcela subdividida no espaço.
 N = 33

Segundo French *et al.* (2003), dentre os saturados, o mais indesejável seria o mirístico (14:00) que, de acordo com os resultados de Freitas (2006), representam apenas 3% dos ácidos graxos totais da carne bovina. No presente trabalho, podemos observar que o mirístico não foi influenciado pelas dietas com média de 9,53 mg/g de ácidos graxos. Oliveira *et al.* (2012) avaliaram o perfil de ácidos graxos do contrafilé de animais Nelore, terminados com dietas contendo diferentes fontes de óleos poli-insaturados, e também não observaram diferenças na concentração de ácido mirístico. Da mesma forma, Fernandes *et al.* (2009) não observaram efeito dos níveis de concentrado de 40 e 60% na quantidade de mirístico na gordura intramuscular do contrafilé. Os resultados podem estar associados à pouca idade dos animais utilizados nos diferentes trabalhos, pois, em animais jovens, não há predominância de deposição de gordura e, de acordo com Marmer, Maxwell e Williams (1884) e Engle *et al.* (2000), quanto maior a taxa de deposição e quantidade de gordura corporal, maior a relação entre ácidos graxos saturados e insaturados.

Os ácidos graxos saturados aumentam o nível de colesterol sanguíneo por reduzirem a atividade do receptor LDL-colesterol e reduzirem o espaço livre para LDL na corrente sanguínea (GRUNDY & DENKE, 1990). O ácido esteárico (18:00), que apresentou valores superiores (75,05 mg/g) nos músculos dos animais que consumiram V+NaHCO₃, tem função neutra ou até mesmo de redução de níveis de colesterol, uma vez que no organismo o transforma imediatamente em ácido oleico (FREITAS, 2006).

Além do mirístico, as dietas não influenciaram nos teores de pentadecanoico, margárico e araquídico, conforme demonstrado nas Tabelas 10 e 11, apresentando valores médios de 2,30; 9,59 e 27,21, respectivamente. Fernandes *et al.* (2014), ao avaliarem o efeito dos níveis de concentrado, encontraram maiores concentrações de pentadecanoico e magárico no nível de 60% de concentrado, quando comparado com 40%, e justificam citando Mansbridge e Blake (1997), que descrevem que a maior síntese de ácido propiônico, resultado do aumento dos níveis de concentrado na dieta, proporciona maior síntese dos ácidos graxos pentadecanoico e magárico. No presente trabalho, não houve variação nos níveis de concentrado, o que justifica a ausência de diferença sobre estes ácidos.

Ainda nas tabelas 10 e 11, observamos que houve diferença na deposição da maioria dos ácidos graxos saturados, observados nos músculos analisados, com exceção do margárico. O *Longissimus lumborum* foi o músculo que apresentou a menor quantidade de ácidos graxos saturados, dentre os analisados, com exceção do

araquídico, que se fez presente em maior concentração neste músculo (44,41 mg/g). O *Bíceps femoris* foi o músculo que apresentou a maior quantidade da maioria dos ácidos graxos saturados observados.

O tridecanoico apresentou uma menor quantidade no *Longissimus lumborum* e no *Semimembranosus* (0,48 e 0,86 mg/g, respectivamente), e uma maior quantidade foi depositada no *Bíceps femoris* (2,15 mg/g).

O *Longissimus lumborum* apresentou valores inferiores aos demais músculos analisados para os ácidos graxos tridecanoico, mirístico, pentadecanoico, esteárico, araquídico e behênico (0,48; 5,38; 1,28; 2,01; 44,41 e 0,30 mg/g, respectivamente). O *Bíceps femoris* obteve valores superiores para tridecanoico, mirístico, pentadecanoico, esteárico e behênico (2,15; 10,79; 2,77; 76,01 e 1,45 mg/g, respectivamente). Já o *semimembranoso* apresentou valores superiores aos demais ácidos graxos para o mirístico, pentadecanoico e behênico (12,35; 2,91 e 1,57 mg/g, respectivamente), e valores inferiores para tridecanoico e araquídico (0,86 e 11,21 mg/g, respectivamente).

Observou-se uma interação para o ácido tridecanoico nos músculos analisados. Todas essas diferenças observadas podem estar relacionadas às particularidades de cada grupo muscular, uma vez que o exercício de cada músculo é diferente, assim como o tipo de suas fibras musculares (LAWRIE, 2005). Segundo Minamoto (2005) e Filho *et al.* (2011), em animais diferentes e no mesmo músculo podem existir quantidades distintas das diferentes fibras musculares. Segundo os autores, as fibras vermelhas possuem alto teor lipídico e, conseqüentemente, acumulam maiores quantidades de ácidos graxos, enquanto as fibras brancas possuem baixo teor lipídico e as intermediárias um teor intermediário. Além disso, de acordo com Jump (2002), os ácidos graxos presentes na dieta podem estimular ou inibir genes que codificam enzimas lipogênicas específicas. Devido a essa interação, têm-se inúmeras possibilidades no que diz respeito à deposição de ácidos graxos no tecido adiposo (OLIVEIRA, 2013).

Resultados semelhantes foram encontrados por Pinho *et al.* (2011) que, ao avaliar diferentes cortes (contrafilé, costela e picanha) de diferentes marcas comerciais de bovinos, observaram que a maioria dos ácidos graxos saturados variam de acordo com o corte avaliado. Macedo *et al.* (2008) também encontraram diferenças para os ácidos graxos margárico e esteárico ao avaliarem os cortes acém, contrafilé, alcatra, coxão mole e patinho de novilhas cruzadas Nelore x Charolês, terminadas em confinamento.

Ácidos graxos saturados, ácido palmítico (16:0) e ácido esteárico (18:0) promovem fortemente a expressão de genes adipogênicos em pré-adipócitos intramuscular (CHOI *et al.*, 2015). Por outro lado, ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) têm o efeito de suprimir as taxas de transcritos, que codificam enzimas lipogênicas, resultando na redução da capacidade lipogênica (CLARKE; JUMP, 1993). Esses ácidos têm a capacidade de modular a transcrição do gene que codifica a enzima estearoil CoA dessaturase, enzima que atua na conversão do ácido vacênico em ácido linoleico conjugado, e que apresenta menor expressão gênica à medida que o teor de AGPI aumenta no tecido muscular (WATERS *et al.*, 2009; HERDMANN *et al.*, 2010).

São encontrados na Tabela 12 os valores para ácidos graxos monoinsaturados dos músculos *Longíssimus lumborum*, *Bíceps femoris* e *Semimembranosus*. Para os quatro ácidos graxos monoinsaturados avaliados, apenas o nervônico (24:1) foi depositado em quantidade diferente nos músculos. Os músculos dos animais que consumiram as dietas com NaHCO₃ e V+NaHCO₃ foram os que apresentaram maiores quantidades (4,76; 4,56 mg/g, respectivamente), seguido do tratamento controle (1,48 mg/g). Os teores de nervônico nos músculos foram influenciados pelo nervônico encontrado nas rações. As dietas NaHCO₃ e V+NaHCO₃ apresentaram maior quantidade deste ácido graxo, além disso, foram associadas à palha de trigo, e este ingrediente da dieta foi o que apresentou maior quantidade de nervônico, com 1,35 mg/g, conforme a Tabela 5.

Não foi encontrada diferença para os ácidos graxos monoinsaturados palmitoleico, heptadecanoico e nervônico entre os músculos, ou seja, a deposição destes ácidos graxos foi uniforme nos músculos avaliados, porém, o misitoleico foi depositado em menor quantidade no *Longíssimus lumborum*, quando comparado com os valores encontrados para o *Bíceps femoris* e *Semimembranosus* (p=0,04817). O *Longíssimus lumborum* também apresentou quantidade inferior de lipídios totais, quando comparado com os demais músculos avaliados, conforme Tabela 7, e a menor deposição do tecido adiposo neste músculo reduziu a quantidade do misitoleico.

Fernandes *et al.* (2014), analisando níveis de 40 e 60% de concentrado, também não observaram efeito das dietas nos teores dos ácidos graxos insaturados avaliados. Os mesmos autores relataram que a gordura de cobertura do contrafilé dos animais Nelore apresentou maiores teores dos ácidos miristoleico (C14:1 c9) e CLA (C18:2 c9, t11). Da mesma forma, nesse grupo, foram identificados maiores índices de atividade das enzimas Δ^9 dessaturase C16 e Δ^9 dessaturase C18.

Tabela 12 - Ácidos graxos monoinsaturados dos músculos *Longissimus Lumborum*, *Biceps femoris* e *Semimembranosus* de novilhos holandês alimentados com alto teor de concentrado (mg/g)

Ácido Graxo	Músculo	Dieta			Média Geral	EPM	Pr > F		
		Controle	V+NaHCO ₃	NaHCO ₃			Dieta	Músculo	Dieta X Músculo
14:1 (Misitoleico)	<i>Longissimus lumborum</i>	0,87	0,91	0,40	0,73B	0,27	0,4817	0,0488	0,5265
	<i>Biceps femoris</i>	0,92	1,85	1,80	1,52A				
	<i>Semimembranosus</i>	1,28	1,52	2,09	1,64A				
	Média geral	1,02	1,42	1,43					
16:1 (Palmitoleico)	<i>Longissimus lumborum</i>	61,32	75,66	66,47	67,82	13,06	0,2290	0,4765	0,2302
	<i>Biceps femoris</i>	43,40	16,39	77,85	45,88				
	<i>Semimembranosus</i>	88,87	13,08	46,11	49,35				
	Média geral	64,53	35,04	63,48					
17:1 (Heptadecanoico)	<i>Longissimus lumborum</i>	3,44	4,58	3,53	3,38	0,84	0,9845	0,3597	0,2996
	<i>Biceps femoris</i>	4,08	5,79	6,67	5,52				
	<i>Semimembranosus</i>	7,21	4,20	3,92	5,11				
	Média geral	4,91	4,86	4,71					
24:1 (Nervônico)	<i>Longissimus lumborum</i>	1,40	3,16	2,98	2,72	0,95	0,0308	0,2562	0,7177
	<i>Biceps femoris</i>	1,98	6,48	6,73	4,87				
	<i>Semimembranosus</i>	1,05	4,03	4,56	11,24				
	Média Geral	1,48 b	4,56 ab	4,76 a					

V+NaHCO₃ = Virginiamicina + NaHCO₃ associado a palha de trigo; NaHCO₃ = Bicarbonato de sódio associado a palha de trigo
Médias seguidas de letras distintas diferem entre si (P<0,05) pelo teste Tukey. Nas linhas, letras minúsculas e, nas colunas, letras maiúsculas.
Epm - erro padrão da média. Pr > F - probabilidade obtida do estudo de parcela subdividida no espaço

Fernandes *et al.* (2009) relataram maiores concentrações dos ácidos graxos monoinsaturados, com 14, 16 e 18 carbonos na carne dos animais Nelore, sendo esse resultado, provavelmente, associado com a maior atividade da enzima Δ^9 dessaturase e, conforme relatado por Malau-Aduli *et al.* (1997), essa enzima atua no epitélio intestinal e principalmente no tecido adiposo, sendo sua atividade influenciada pela raça, idade e grau de maturidade fisiológica dos animais. No presente trabalho, também foi encontrado maior atividade da enzima Δ^9 dessaturase, conforme demonstrado na Tabela 19.

Por outro lado, o fator genético é apontado como fonte de variação no perfil lipídico (BRESSAN *et al.*, 2011; DE SMET *et al.*, 2004; RODRIGUES *et al.*, 2004; ROSSATO *et al.*, 2010), em geral, associado com variações na expressão das enzimas envolvidas no metabolismo das gorduras (GAMA *et al.*, 2013; NTAMBI, 1992), tais como Δ^9 dessaturase (converte AGS em cis-9 AGM, e C18:1 trans-11 em C18:2 cis-9, trans-11), elongase (converte C16:0 em C18:0, ou C18 AGP em C20-C22), e Δ^4 , Δ^5 , e Δ^6 dessaturase (convertem C18 em C20-C22 AGP) (BRESSAN *et al.*, 2011; WARREN *et al.*, 2008; WOOD *et al.*, 2008). Contudo, o comportamento do perfil lipídico relacionado ao sistema de terminação e o efeito do grupo genético, além das possíveis interações desses fatores, são ainda pouco conhecidas.

Na Tabela 13 encontram-se os valores para os ácidos graxos *Cis* e *Trans* dos músculos *Longissimus lumborum*, *Biceps femoris* e *Semimembranosus*. Observou-se que o oleico trans (18:1 n9t) se fez presente em maior quantidade nos músculos dos animais que consumiram NaHCO_3 e $\text{V}+\text{NaHCO}_3$ (137,60 e 89,32 mg/g, respectivamente), seguido da dieta controle (39,91 mg/g). A presença desse ácido graxo insaturado nos músculos sofreu influência direta das dietas que apresentaram o comportamento semelhante, no qual a dieta controle continha a menor quantidade (18,32 mg/g), e com maiores quantidades as dietas $\text{V}+\text{NaHCO}_3$ e NaHCO_3 (22,10 e 25,22 mg/g, respectivamente). A palha de trigo, que contém 72,79 mg/g, contribuiu com o aumento na maior deposição do oleico *trans* nos músculos dos animais que consumiram essas dietas.

Além disso, a palha de trigo pode ter colaborado para o aumento do tempo de retenção da digesta no rúmen e, com isso, os ácidos graxos insaturados da dieta poderiam ser expostos à biohidrogenação ruminal por um maior período de tempo. Segundo Mansbridge & Blake (1997), a forma trans do oleato origina-se durante o processo de biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados pelas bactérias ruminais.

Tabela 13 – Ácidos graxos *Cis e Trans* dos músculos *Longissimus Lumborum*, *Biceps femoris* e *Semimembranosus* de bovinos holandeses alimentados com alto teor de concentrado (mg/g)

Ácido Graxo	Músculo	Dieta			Média Geral	EPM	Pr > F		
		Controle	V+NaHCO ₃	NaHCO ₃			Dieta	Músculo	Dieta X Músculo
18:1 n9t (Oleico trans)	<i>Longissimus lumborum</i>	38,51	55,70	51,96	48,72	23,48	0,0176	0,1007	0,3276
	<i>Biceps femoris</i>	23,33	136,12	198,20	119,22				
	<i>Semimembranosus</i>	57,89	76,13	162,62	98,87				
	Média geral	39,91 b	89,32 ab	137,60 a					
18:0 n9c (Esteárico cis)	<i>Longissimus lumborum</i>	25,73 a C	18,98 b B	8,61 c B	17,77 B	7,87	0,0001	0,0001	0,0044
	<i>Biceps femoris</i>	59,22 a B	29,29 b B	13,10 c A	33,87 B				
	<i>Semimembranosus</i>	108,04 a A	112,57 a A	9,34 b A	76,65 A				
	Média geral	64,33 a	53,62 a	10,36 b					
18:2 n6t (Linoleico trans)	<i>Longissimus lumborum</i>	64,01	85,85	90,92	80,26	28,11	0,0921	0,4491	0,4974
	<i>Biceps femoris</i>	51,49	0,52	93,17	48,39				
	<i>Semimembranosus</i>	127,49	0,57	167,22	98,43				
	Média geral	81,00	28,98	117,11					
18:2 n c11t (CLA)	<i>Longissimus lumborum</i>	0,56	0,79	0,74	0,69 B	0,27	0,0798	0,0217	0,4692
	<i>Biceps femoris</i>	0,76	2,56	1,85	1,72 A				
	<i>Semimembranosus</i>	1,14	1,58	1,82	1,51 AB				
	Média Geral	0,82	1,47	1,64					

V+NaHCO₃ = Virginiamicina + NaHCO₃ associado a palha de trigo; NaHCO₃ = Bicarbonato de sódio associado a palha de trigo

CLA: Linoléico Conjugado.

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si (P<0,05) pelo teste Tukey. Nas linhas, letras minúsculas e, nas colunas, letras maiúsculas.

Epm - erro padrão da média. Pr > F - probabilidade obtida do estudo de parcela subdividida no espaço.

Os ácidos graxos trans atuam como fatores de risco para doença arterial coronariana, modulando a síntese do colesterol e suas frações, e atuando sobre os eicosanoides (RIBEIRO et al., 2007).

Entretanto, os isômeros do AGM trans, produzidos pelos microrganismos do rúmen, o ácido graxo C18:1 trans-11, podem ser dessaturados em humanos, originando o CLA (C18:2cis-9 trans-11), semelhante ao encontrado em abundância em bovinos (NUERNBERG et al., 2005; TURPEINEN et al., 2002).

Comportamento oposto ao oleico apresentou o esteárico cis (18:0 n9c), ou seja, este esteve presente em maior quantidade nos músculos dos animais alimentados com a dieta controle e nos alimentados com virginiamicina (64,33 e 53,62 mg/g respectivamente). Esses resultados podem estar relacionados com o maior potencial de biohidrogenação dos animais que consumiram as dietas controle e virginiamicina, ocasionado pela virginiamicina. A técnica da Reação em Cadeia de Polimerase, utilizada por Guo et al. (2010) para avaliar a população microbiana no fluido ruminal de novilhos alimentados com virginiamicina, confirmou que este aditivo não afeta a população de *Butyrivibrio fibrisolvens* e, segundo Maia et al. (2010), esta é a maior bactéria responsável pela biohidrogenação.

Ao atingir o rúmen, os lipídios, na forma esterificada, sofrem lise por enzimas microbianas (lipólise), e os ácidos graxos insaturados sofrem posterior hidrogenação, cujo principal objetivo é o de reduzir o efeito deletério da gordura no rúmen (SULLIVAN et al. 2004). Os principais responsáveis por esse mecanismo são as bactérias *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Anaerovibrio lipolytica* e *Propionibacter* (PARIZA et al. 2001).

Nagaraja e Taylor (1987) sugeriram que a virginiamicina apresenta potencial para estabilizar a fermentação ruminal, devido a seus efeitos seletivos sobre algumas bactérias no rúmen. Em geral, a virginiamicina atua mais fortemente contra bactérias gram-positivas, responsáveis pela produção de compostos indesejáveis, como hidrogênio (precursor do metano), lactato e amônia. Esse íon de hidrogênio, quando produzido pelas bactérias gram-positivas, é adicionado à dupla ligação, resultando na conversão de ácidos graxos insaturados em seus saturados correspondentes.

Hedde et al. (1980) e Nagaraja et al. (1987) também sugeriram que há inibição na produção de ácido láctico *in vitro* pela virginiamicina. O acúmulo de lactato no rúmen pode ser responsável pela ocorrência de acidose em bovinos, prejudicando a atividade fibrolítica (MANTOVANI, 2006) e, conseqüentemente, a eficiência de utilização de

energia. Coe *et al.* (1999) verificaram redução nas contagens de *Lactobacillus* e *Streptococcus bovis*, principais produtoras de ácido láctico, em bovinos tratados com virginiamicina, corroborando Hedde *et al.* (1980) e Nagaraja *et al.* (1987), que realizaram o experimento *in vitro*.

Avaliando a diferença entre músculos, ainda no esteárico *cis*, pode ser observado que o *Semimembranosus* é o músculo com maior deposição para este ácido graxo, seguido pelo *Bíceps femoris* e *Longissimus lumborum* ($p=0,0001$). Esse resultado foi influenciado pela maior deposição de lipídios no *Semimembranosus*, conforme demonstrado na Tabela 7. Provavelmente, a localização anatômica desse músculo fez com que possuísse uma maior quantidade de fibras oxidativas, que tem como característica um alto teor lipídico.

O ácido esteárico é um componente comum em muitos alimentos, como as carnes vermelhas e os produtos lácteos. Possui muitas características desejáveis de sabor e textura dos ácidos de cadeia longa e, geralmente, é bastante constante nas carnes bovina, suína, ovina e de vitelo (ALLOCATI *et al.* 2007).

Macedo *et al.* (2008), ao avaliarem diferentes marcas comerciais e diferentes músculos bovinos, também encontraram diferenças na quantidade de ácido esteárico. Segundo o autor, o acém apresentou uma percentagem superior à alcatra, contrafilé e coxão mole.

Houve uma interação dieta x músculo, uma vez que o ácido esteárico está presente em maior quantidade nos músculos dos animais que consumiram virginiamicina, porém, a predisposição do *Semimembranosus* em depositar gordura e, conseqüentemente, esteárico não diferiu entre os tratamentos.

As dietas não influenciaram nas quantidades de linoleico e CLA dos músculos avaliados. O linoleico é um ácido graxo essencial, oriundo da dieta, pois as células dos mamíferos não têm capacidade de sintetizá-los (MOREIRA *et al.*, 2003; SOUZA; VISENTAINER, 2006), e é um precursor do CLA a partir da biohidrogenação e da ação da enzima Δ^9 dessaturase. Provavelmente, não houve diferença na produção dessa enzima pela dieta e, conseqüentemente, não foi alterada a produção de CLA. Prado *et al.* (2011) não observaram diferença na atividade da enzima Δ^9 dessaturase ao avaliar diferentes dietas.

A atuação dessa enzima é importante pelo fato de estar diretamente relacionada com a produção de CLA (ácido linoleico conjugado – 18:2 *cis*-9 t-11), a partir do ácido

transvacênico (18:1 t-11) produzido pela biohidrogenação incompleta dos ácidos linoleico e linolênico pelas bactérias ruminais (FERNANDES et al., 2009).

Avaliando os músculos, observou-se uma maior concentração de CLA no *Biceps femoris e Semimembranosus*, que pode ser justificado pelo fato desses músculos apresentarem uma maior quantidade de lipídeos totais, conforme demonstrado na Tabela 7, associado a uma possível maior atividade da enzima Δ^9 dessaturase, pois, segundo Malau-Aduli et al. (1997), essa enzima atua no epitélio intestinal e principalmente no tecido adiposo. De modo geral, embora esse ácido graxo esteja presente em pequena quantidade na carne (0,23%), apresenta propriedades benéficas à saúde humana (WOOD et al., 2008), como anti-carcinogênica, anti-diabética e redução do desenvolvimento de arterosclerose (RAINER; HEISS, 2004).

Na Tabela 14 estão descritos os valores encontrados para os ácidos graxos γ linolênico (LNA, grupo dos Ω 3) e α di-homo-gama-linoleico (LA, grupo dos Ω 6), ambos são ácidos graxos essenciais.

A presença do ácido Linolênico nos músculos avaliados foi influenciada pela dieta, dessa forma, os músculos dos animais que consumiram a dieta controle apresentou 0,55 mg/g, seguido dos músculos dos animais que consumiram a dieta V+NaHCO₃, que obteve um valor médio de 1,41 mg/g; e a dieta com NaHCO₃ foi a que apresentou a maior quantidade, com 2,51 mg/g de média. O mesmo comportamento foi obtido na análise dos ácidos graxos dessas dietas (0,93; 1,51 e 1,53 mg/g, respectivamente), conforme a Tabela 5. A maior quantidade desse ácido graxo nas dietas V+NaHCO₃ e NaHCO₃ está relacionado ao farelo de soja, por ser um ingrediente que possui 1,14 mg/g de linolênico e está presente em maiores proporções nessas dietas. O consumo de MS pelos animais da dieta NaHCO₃ foi superior ao consumo dos animais com a dieta de virginamicina, este fato justifica a superioridade do linolênico nos músculos dos animais que consumiram a dieta com NaHCO₃.

Observou-se uma interação dieta x músculo para o ácido linolênico, ou seja, as dietas influenciaram de maneira diferente nos músculos. A dieta controle foi a que menos contribuiu na deposição desse ácido graxo nos músculos; já a dieta V+NaHCO₃ foi a dieta que mais contribuiu no incremento do linolênico no *Longissimus lumborum* e no *Semimembranosus*, porém, não foi tão eficiente no músculo *Biceps femoris* quanto a dieta NaHCO₃.

Tabela 14 – Ácidos graxos do grupo ômega dos músculos *Longissimus Lumborum*, *Biceps femoris* e *Semimembranosus* de novilhos holandês alimentados com alto teor de concentrado (mg/g)

Ácido Graxo	Músculo	Dieta			Média Geral	EPM	Pr > F		
		Controle	V+NaHCO ₃	NaHCO ₃			Dieta	Músculo	Dieta X Músculo
18:3 Ω 3 (LNA)	<i>Longissimus lumborum</i>	0,44 b B	0,62 a B	0,43 b B	0,50 B	0,23	0,0001	0,0001	0,0001
	<i>Biceps femoris</i>	0,33 c B	1,60 b A	6,39 a A	2,77 A				
	<i>Semimembranosus</i>	0,89 b A	2,00 a A	0,72 b B	1,20 B				
	Média geral	0,55 c	1,41 b	2,51 a					
20:3 Ω 6 (LA)	<i>Longissimus lumborum</i>	0,56	0,79	0,74	0,69 B	0,27	0,0798	0,0217	0,4692
	<i>Biceps femoris</i>	0,76	2,56	1,85	1,72 A				
	<i>Semimembranosus</i>	1,14	1,58	1,82	1,51 AB				
	Média geral	0,82	1,47	1,64					

V+NaHCO₃ = Virginiamicina + NaHCO₃ associado a palha de trigo; NaHCO₃ = Bicarbonato de sódio associado a palha de trigo

LNA: γ -linolênico; LA: α di-homo-gama-linoleico

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si (P<0,05) pelo teste Tukey. Nas linhas, letras minúsculas e, nas colunas, letras maiúsculas.

Epm - erro padrão da média. Pr > F - probabilidade obtida do estudo de parcela subdividida no espaço.

N = 33

Pinho et al. (2011) também encontraram diferenças significativas para o ácido linolênico na costela, contrafilé e picanha, ao avaliarem diferentes marcas de carnes no mercado. Assim como Macedo et al. (2008), que também verificaram diferenças significativas para este ácido graxo, ao avaliar diferentes cortes de novilhas mestiças Nelore x Charolês.

A dieta não influenciou nas quantidades de di-homo-gama-linoleico, porém, os ácidos graxos, o CLA e o linolênico, apresentaram comportamento semelhante de deposição nos músculos avaliados, podendo ser justificado pela distribuição de lipídeos totais nos músculos, que também foi semelhante aos ácidos graxos citados. Além disso, existe a interferência da enzima Δ^9 dessaturase, que atua modulando os ácidos graxos. Esses dois ácidos graxos se fazem importantes por serem precursores do CLA. Segundo Holanda *et al.* (2011), o CLA é o conjunto de isômeros geométricos do ácido linoleico que tem propriedades bioativas distintas (anticarcinogênicas, hipocolesterolêmica, combate a obesidade e participa na modulação do sistema imune). É originário da biohidrogenação dos ácidos linoleico e linolênico no rúmen.

4.4 – Ácidos Graxos Agrupados

Os valores para ácidos graxos insaturados (AGI), ácidos graxos saturados (AGS), a relação entre eles (AGI:AGS) e os ácidos graxos desejáveis (AGD) estão descritos na Tabela 15.

A dieta não modificou a quantidade de ácidos graxos insaturados, saturados, a relação entre eles e os ácidos graxos desejáveis nos músculos ($p=0,3696$). Segundo Cruz *et al.* (2011), o perfil lipídico da carne está diretamente relacionado com os lipídeos da dieta, sistema de criação, sexo, raça e práticas de manejo. Nesse sentido, vemos que as dietas apresentaram quantidades semelhantes de ácidos graxos, conforme Tabela 5, cujos animais foram submetidos ao mesmo sistema de criação, eram da mesma raça e passaram pelas mesmas práticas de manejo. Isso justifica a igualdade entre as variáveis citadas.

Fernandes *et al.* (2014) avaliaram as quantidades e as relações entre os ácidos graxos do contrafilé de tourinhos Nelore e Canchim e encontraram maiores teores de AGS para os animais Nelore e maiores quantidades de AGI, AGMI e AGPI para os animais Canchim.

Tabela 15 - Ácidos graxos insaturados, saturados e desejáveis dos músculos *Longissimus Lumborum*, *Biceps femoris* e *Semimembranosus* de novilhos holandês alimentados com alto teor de concentrado (mg/g)

Ácido Graxo	Músculo	Dieta			Média Geral	EPM	Pr > F		
		Controle	V+NaHCO ₃	NaHCO ₃			Dieta	Músculo	Dieta X Músculo
AGI	<i>Longissimus lumborum</i>	204,74	259,54	240,73	235,00	77,08	0,3696	0,1606	0,5889
	<i>Biceps femoris</i>	231,24	431,55	535,73	393,00				
	<i>Semimembranosus</i>	457,62	302,78	547,79	436,06				
	Média geral	291,50	331,30	441,20					
AGS	<i>Longissimus lumborum</i>	53,65	63,37	64,50	60,50 B	34,24	0,0888	0,0013	0,5506
	<i>Biceps femoris</i>	117,81	332,04	256,47	235,44 A				
	<i>Semimembranosus</i>	152,86	250,89	209,47	240,41 A				
	Média geral	108,11	215,44	176,82					
AGI:AGS	<i>Longissimus lumborum</i>	3,69	4,00	3,81	3,83 A	23,13	0,0787	0,0008	0,4396
	<i>Biceps femoris</i>	2,39	1,20	3,11	2,24 B				
	<i>Semimembranosus</i>	3,29	1,21	5,19	3,23 AB				
	Média geral	3,12	2,14	4,04					
AGD	<i>Longissimus lumborum</i>	206,72	261,65	242,66	237,01	77,00	0,3981	0,0591	0,5966
	<i>Biceps femoris</i>	245,06	558,34	603,62	469,01				
	<i>Semimembranosus</i>	500,74	399,03	582,80	494,19				
	Média Geral	317,50	406,30	476,40					

V+NaHCO₃ = Virginiamicina + NaHCO₃ associado a palha de trigo; NaHCO₃ = Bicarbonato de sódio associado a palha de trigo

AGI : ácidos graxos insaturados; AGS: ácidos graxos saturados; AGD: ácidos graxos desejáveis.

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si (P<0,05) pelo teste Tukey. Nas linhas, letras minúsculas e, nas colunas, letras maiúsculas.

Epm - erro padrão da média. Pr > F - probabilidade obtida do estudo de parcela subdividida no espaço.

Segundo Cruz *et al.* (2011), a microbiota do rúmen hidrogena, extensivamente, os ácidos graxos insaturados, oriundos da alimentação, transformando-os em ácidos graxos saturados, em sua maior parte, com pequenas quantidades de poli-insaturados, que, por sua vez, a depender do sexo, raça e outros fatores intrínsecos ao animal, modificam a partição desses ácidos graxos livres para os tecidos e, conseqüentemente, modificam o perfil lipídico de diferentes partes do corpo e da carcaça, justificando as diferenças encontradas entre os ácidos graxos saturados nos músculos, dos quais o *Longissimus lumborum* apresentou menor quantidade que o *Bíceps femoris* e *Semimembranosus*.

Outro fator que contribuiu para a menor quantidade de ácidos graxos saturados no *Longissimus lumborum* ($p=0,0008$) está relacionado com a maior atividade da enzima Δ^9 dessaturase do ácido esteárico, conforme observado na tabela 19, que se justifica pela menor quantidade de ácido esteárico no *Longissimus lumborum*, quando comparados com os demais músculos avaliados (Tabela 11).

Além disso, por serem muito jovens, os animais deste experimento, de maneira geral, apresentaram pouca gordura de cobertura, ou seja, pequeno grau de acabamento nas carcaças, o que pode ser demonstrado pela quantidade de lipídeos totais, conforme a Tabela 7. Isso influenciou para que não houvesse mudanças no crescimento dos adipócitos e na deposição de gota lipídica e, dessa forma, não interferiu no perfil de ácidos graxos saturados, insaturados e desejáveis dos músculos avaliados.

Segundo Driskell (2006), a razão AGI:AGS é um índice utilizado para avaliar o valor nutricional de óleos e gordura. Valores inferiores a 0,45 têm sido considerados como indesejáveis à dieta, por sua potencialidade na indução do aumento de colesterol sanguíneo. Com base nessa informação, apesar da diferença entre os músculos, os valores determinados indicariam que o *Longissimus lumborum*, *Biceps fêmoris* e *Semimembranosus* possuem gordura de qualidade. Logo, a carne de bovinos Holandeses jovens, alimentados com alto concentrado, é recomendada para o consumo humano sem prejudicar a saúde.

Ainda analisando a relação insaturado : saturado, observa-se que o *Longissimus lumborum* é o músculo que apresenta a maior relação, sendo o músculo mais indicado para o consumo humano. Esse resultado é devido à maior atividade da enzima Δ^9 dessaturase neste músculo, conseqüentemente, os ácidos graxos saturados depositados nos adipócitos do *Longissimus lumborum* sofreram maior ação e, conseqüentemente, houve uma maior insaturação neste músculo.

Segundo Bessa (1999), a classificação e agrupamento de ácidos graxos pelo seu grau de saturação (saturados; monoinsaturados e poli-insaturados) mostra-se defasada em relação aos atuais conceitos relacionados à funcionalidade individual de cada ácido graxo e, assim, penaliza as gorduras dos ruminantes, que constituem uma parte importante dos alimentos ingeridos. Dessa forma, faz-se importante avaliar os ácidos graxos desejáveis, que são aqueles que são benéficos à saúde humana, já que se observou que não houve diferença entre os altos valores encontrados para os tratamentos e nos músculos analisados, tornando a carne de bovinos jovens da raça Holandesa, alimentados com dieta de alto concentrado, extremamente saudável.

Na Tabela 16 estão descritos os valores para os ácidos graxos monoinsaturados, poli-insaturados e a relação poli-insaturados e saturados. Verificou-se que não houve diferença estatística para a quantidade de ácidos graxos monoinsaturados e insaturados nos músculos avaliados, não havendo diferença também entre os músculos. Isso pode ter acontecido devido à pouca quantidade de lipídeos totais e a consequente baixa atividade da enzima Δ^9 dessaturase.

Em geral, no que se refere à nutrição, o aumento do nível de energia da dieta eleva o conteúdo de AGM totais, enquanto o total de AGP diminui, em razão do aumento da gordura intramuscular da carne (SAMI *et al.*, 2006). Isso justifica os resultados obtidos, uma vez que as dietas tiveram níveis de energia semelhantes e o teor de lipídios totais dos músculos não foi alterado pelas dietas. Do mesmo modo, o aumento do teor de poli-insaturados na carne tem sido atribuído a genótipos com menor conteúdo de gordura intramuscular (DE SMET *et al.*, 2004; SMITH *et al.*, 2009), e os animais avaliados no presente trabalho eram geneticamente semelhantes.

Silva *et al.* (2014) também disseram que não foi alterado o total de ácidos graxos monoinsaturados pelo nível de grão de milho na dieta e pelos grupos genéticos dos animais. Contudo, o autor relata que variações significativas nos teores de alguns ácidos graxos monoinsaturados ocorreram como efeito do grupo genético. O teor de ácidos graxos monoinsaturados apresenta correlação significativa com os lipídios intramusculares, no entanto, no que se refere à nutrição, essa relação só é relevante quando o teor de lipídios intramuscular for alterado significativamente, como resultado do aumento da marmorização do adipócito por hipertrofia (SMITH *et al.*, 2009). Dessa forma, obedecendo a cronologia de deposição do tecido adiposo, na qual a gordura intramuscular é a última a ser depositada, justifica-se a igualdade na quantidade de

ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados do presente trabalho pelo tempo de abate e pela uniformidade genética dos animais.

Ao avaliar a relação de ácidos graxos poli-insaturados e saturados, observou-se que a dieta de NaHCO_3 proporcionou maior relação nos músculos observados (1,99), quando comparado com as dietas controle e $\text{V}+\text{NaHCO}_3$ (1,16 e 0,87, respectivamente). O ácido linolênico, que é um poli-insaturado, esteve presente em maior quantidade nos músculos avaliados dos animais que consumiram a dieta de NaHCO_3 , isso pode ter contribuído para a maior relação dos músculos dos animais que consumiram essa dieta.

Quanto à relação AGPI:AGS, o Department of Health (1994) cita que a razão inferior a 0,4 constitui uma dieta pouco saudável, estando relacionada com doenças cardiovasculares. Sendo assim, recomenda-se para o consumo humano todos os músculos avaliados de bovinos Holandeses alimentados com alto concentrado.

Fernandes *et al.* (2014) avaliaram a carne de bovinos Canchim e Nelore alimentados com níveis de 40 e 60% de concentrado e encontraram valores inferiores a este trabalho. Silva *et al.* (2014) avaliaram tourinhos europeus e zebuínos alimentados com níveis de 0, 33, 66 e 100% de milho na dieta e observaram que a relação AGP/AGS não foi alterada pelas dietas e pelo grupo genético dos animais. Os autores relatam ainda que essa proporção pode cair para 0,05 em raças com maior deposição de gordura na carcaça e subir para valores superiores a 0,5 em raças muito magras (musculatura dupla). Essa variação é muito maior do que a que pode ser obtida por alterações na dieta e, além do uso de animais magros, a única maneira de melhorar a relação AGP/AGS em ruminantes é reduzir a biohidrogenação ruminal ou suplementar com AGP protegidos da degradação ruminal (DARLEY *et al.*, 2010). Sendo assim, a utilização de animais muito jovens, que são menos propensos a depositar gordura, pode ter contribuído para os elevados valores da relação encontrados no presente trabalho.

Tabela 16 – Ácidos graxos monosaturados e polissaturados dos músculos *Longissimus Lumborum*, *Biceps femoris* e *Semimembranosus* de novilhos holandês alimentados com alto teor de concentrado (mg/g)

Ácido Graxo	Músculo	Dieta			Média Geral	EPM	Pr > F		
		Controle	V+NaHCO ₃	NaHCO ₃			Dieta	Músculo	Dieta X Músculo
AGM	<i>Longissimus lumborum</i>	132,78	161,30	136,11	143,39	37,61	0,6140	0,1448	0,3567
	<i>Biceps femoris</i>	132,20	235,92	327,42	231,85				
	<i>Semimembranosus</i>	281,58	196,88	237,55	238,67				
	Média geral	182,19	198,03	237,55					
AGP	<i>Longissimus lumborum</i>	71,96	92,24	104,61	91,60	24,35	0,2668	0,2334	0,5926
	<i>Biceps femoris</i>	80,03	195,62	207,78	161,15				
	<i>Semimembranosus</i>	176,03	105,90	310,24	197,39				
	Média geral	109,35	133,90	207,55					
AGP:AGS	<i>Longissimus lumborum</i>	1,30	1,63	1,67	1,53	0,22	0,0025	0,1726	0,0816
	<i>Biceps femoris</i>	0,88	0,55	1,54	0,99				
	<i>Semimembranosus</i>	1,29	1,54	2,77	1,50				
	Média Geral	1,16 b	0,87 b	1,99 a					

V+NaHCO₃ = Virginiamicina + NaHCO₃ associado a palha de trigo; NaHCO₃ = Bicarbonato de sódio associado a palha de trigo

AGM: ácidos graxos monoinsaturados; AGP: ácidos graxos poli-insaturados

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si (P<0,05) pelo teste Tukey. Nas linhas, letras minúsculas e, nas colunas, letras maiúsculas.

Epm - erro padrão da média. Pr > F - probabilidade obtida do estudo de parcela subdividida no espaço.

N = 33

Os resultados para os ácidos graxos ômega 3 e 6 e a razão entre eles estão descritos na Tabela 17. Notou-se que o metabolismo para a síntese de ácidos graxos do grupo ômega 3 não foi influenciado pelas dietas ($p=0,1583$), que também se apresentou de maneira igual nos músculos avaliados ($p=0,9282$). A dieta também não influenciou no metabolismo de síntese do ômega 6 ($p=0,1532$). Entretanto, nos músculos, houve um aumento deste grupo de ácidos graxos no *Bíceps femoris* e *Semimembranosus* ($p=0,0053$). Essa dessemelhança se deu também pela diferença encontrada na composição do C20:3 n6, que é um ácido graxo que compõe o grupo dos ômega 6, conforme demonstrado na Tabela 14.

Ao observar a razão $\Omega 6:\Omega 3$, assim como nos grupos individuais, a dieta não influenciou a razão, contudo, as médias dos músculos diferiram entre si, o *Bíceps femoris* obteve a maior relação, seguido do *Semimembranosus* e *Longissimus lumborum*, com 6,78; 3,43 e 1,11, respectivamente.

De acordo com recomendações nutricionais, o aumento no consumo de AGP da série ω -3 tem sido recomendado na tentativa de não exceder essa razão que, segundo a *World Health Organization* (1995), deve ser entre 4:1 a 5:1. As razões de 2:1 a 3:1 têm sido recomendadas por alguns autores, por possibilitar uma maior conversão do ácido alfa-linolênico em 22:6 n-3 (ácido decosaheptaenoico), que alcança o seu valor máximo em torno de 2,3:1, conforme demonstrado por Masters (1996). Assim, as razões entre 2:1 e 4:1 têm maior importância para pessoas com hábitos alimentares que resultam em uma baixa ingestão de 20:5 n-3 (eicosapentaenoico) e ácido decosaheptaenoico. Por outro lado, dietas baseadas em razões $\Omega 6:\Omega 3$, inferiores a 1:1, não são recomendadas por inibirem a transformação do ácido linoleico em AGPI.

Estudos cinéticos efetuados em humanos, que foram submetidos a dietas com razões $\Omega 6:\Omega 3$ entre 6:1 e 8:1, demonstraram que a conversão do ácido alfa-linolênico em eicosapentaenoico e decosaheptaenoico varia de 8% a 21% e de 0% a 9%, respectivamente, sendo observado um nível maior de conversão nas mulheres (EMKEN et al., 1994; BURDGE et al., 2002). Essa diferença tem sido atribuída à possível influência do estrogênio sobre a atividade das enzimas dessaturases (BURDGE et al., 2002).

Tabela 17 – Ácidos graxos ômega 3 e ômega 6 dos músculos *Longissimus Lumborum*, *Biceps femoris* e *Semimembranosus* de novilhos holandês alimentados com alto teor de concentrado (mg/g)

Ácido Graxo	Músculo	Dieta			Média Geral	EPM	Pr > F		
		Controle	V+NaHCO ₃	NaHCO ₃			Dieta	Músculo	Dieta X Músculo
O3	<i>Longissimus lumborum</i>	1,36	1,47	1,29	1,37	0,38	0,1583	0,9282	0,5549
	<i>Biceps femoris</i>	0,44	1,06	2,35	1,28				
	<i>Semimembranosus</i>	0,91	0,61	1,98	1,17				
	Média geral	0,90	1,05	1,87					
O6	<i>Longissimus lumborum</i>	1,10	0,80	0,81	0,90 B	1,12	0,1532	0,0053	0,4417
	<i>Biceps femoris</i>	2,78	7,96	8,02	6,26 A				
	<i>Semimembranosus</i>	1,87	2,64	6,20	3,75 AB				
	Média geral	1,92	3,80	5,01					
O6: O3	<i>Longissimus lumborum</i>	1,02	0,87	1,45	1,11 C	0,55	0,1179	0,0049	0,3331
	<i>Biceps femoris</i>	5,79	7,47	7,09	6,78 A				
	<i>Semimembranosus</i>	2,99	1,66	5,63	3,43 B				
	Média geral	3,27	3,33	4,73					

V+NaHCO₃ = Virginiamicina + NaHCO₃ associado a palha de trigo; NaHCO₃ = Bicarbonato de sódio associado a palha de trigo

O3: ômega 3; O6: ômega 6

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si (P<0,05) pelo teste Tukey. Nas linhas, letras minúsculas e, nas colunas, letras maiúsculas.

Epm - erro padrão da média. Pr > F - probabilidade obtida do estudo de parcela subdividida no espaço.

N = 33

Estima-se que a razão $\Omega 6:\Omega 3$, na dieta das pessoas que viveram no período que antecedeu a industrialização, estava em torno de 1:1 a 2:1, devido ao consumo abundante de vegetais e de alimentos de origem marinha, contendo ácidos graxos $\Omega 3$. Com a industrialização, ocorreu um aumento progressivo dessa razão, devido, principalmente, à produção de óleos refinados oriundos de espécies oleaginosas com alto teor de 18:2n-6 (linoleico) e à diminuição da ingestão de frutas e verduras, resultando em dietas com quantidades inadequadas de ácidos graxos $\Omega 3$. Nas últimas décadas, tem-se determinado, em diversos países, que a ingestão média de ácidos graxos resulta em relações $\Omega 3:\Omega 6$, que estão entre 10:1 a 20:1, ocorrendo registros de até 50:1 (SIMOPOULOS *et al.*, 2004).

A necessidade de diminuir a razão $\Omega 6:\Omega 3$ 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 linoleico/linolênico (18:3n-3, linolênico) na dieta foi de 4:1; a redução nas inflamações decorrentes da artrite reumatoide, quando a razão n-6/n-3 da dieta esteve entre 3 a 4:1, condição que foi alcançada pela suplementação com ecosapentaenoico, decosahexaenoico e linolênico; a diminuição dos sintomas decorrentes da asma, quando a razão $\Omega 6:\Omega 3$ da dieta esteve ao redor de 5:1, sendo que em 10:1 os sintomas foram intensificados (LORGERIL *et al.*, 1994; BROUGHTON *et al.*, 1997).

Sendo assim, os valores encontrados para as relações de ômega 6 e 3 nos músculos dos bovinos avaliados estão muito abaixo da média nacional e estão entre os valores que reduzem o aparecimento de doenças, sendo recomendado para o consumo humano.

O colesterol é um lipídio precursor de hormônios sexuais, além de outras funções importantes no organismo, como a participação no metabolismo da gordura e dar rigidez às membranas celulares. É constituinte normal de todas as células do corpo, sendo que a maior parte do colesterol no organismo humano, aproximadamente 70%, é proveniente da síntese biológica (colesterol endógeno), sendo que apenas 30% é fornecido pela dieta (colesterol exógeno) (LEHNINGER *et al.*, 2000; BRAGAGNOLO, 2001; MEDEIROS, 2003).

Na Tabela 18 estão listados os valores encontrados para colesterol, ácidos graxos hipercolesterolêmicos e hipocolesterolêmicos, e a razão entre hipo e hiper. As dietas não influenciaram nos valores encontrados para colesterol, obtendo um valor médio de 0,33

mg/100g de colesterol para os músculos. De acordo com Medeiros (2003), a recomendação do “American Heart Association” para ingestão máxima de colesterol por dia é de 300 mg. Isso significa consumir de 200 g de *Longissimus lumborum* aproximadamente, apenas 1/3 da quantidade máxima recomendada. Esses valores diferem dos valores encontrados no presente trabalho, que demonstra que 200 g de *Longissimus lumborum* de novilhos Holandês, alimentados com alto concentrado, fornece apenas 1/5 da quantidade diária recomendada.

A deposição de gordura em uma carcaça obedece a uma cronologia: primeiramente ocorre a deposição de gordura interna, a seguir, ocorre deposição da gordura subcutânea e, por último, a gordura intramuscular (LUCHIARI FILHO, 2000). A concentração de colesterol é relacionada com o teor de lipídios intramusculares, uma vez que existe maior concentração de colesterol na gordura de marmoreio e gordura intracelular do que na gordura subcutânea (COSTA et al., 2002). Assim, como não houve diferença entre os graus de acabamento para o teor de lipídios totais, da mesma forma, não houve diferença para o conteúdo de colesterol total.

O *Bíceps femoris* apresentou uma maior quantidade de colesterol (0,38 mg/100g), quando comparado com o *Longissimus lumborum* e o *Semimembranosus*, com 0,32 0,30 mg/100g, respectivamente. O teor de lipídeos totais apresentou comportamento semelhante, o que pode ter influenciado nessa diferença, no entanto, a localização anatômica do músculo também influencia na deposição de gordura e na localização desta, podendo ser subcutânea ou intramuscular, e a quantidade de colesterol é diferente nesses tipos de gordura, podendo, assim, ter também contribuído na diferença encontrada entre os músculos. Ainda assim, os valores encontrados para os músculos *Longissimus lumborum*, *Bíceps femoris* e *Semimembranosus* (0,32; 0,38 e 0,30 mg/100g, respectivamente) estão bem abaixo da recomendação máxima diária, que seria 300 mg, de acordo com “American Heart Association”, citado por Medeiros (2003).

A concentração de colesterol nos músculos está intimamente relacionada à sua atividade metabólica. As fibras musculares oxidativas têm maior concentração de colesterol tecidual, devido à sua maior razão de fosfolípido (CHIZZOLINI et al., 1999). Dos músculos estudados, *Bíceps femoris* têm maiores quantidades de fibras musculares com características metabólicas oxidativas. O *Longissimus lumborum* e o *Semimembranosus* são considerados músculos com características metabólicas intermediárias (têm alta atividade glicolítica e oxidativa) (BRIAND et al., 1981).

Tabela 18 – Colesterol, Hipocoleristêmicos e Hipercoleristêmicos dos músculos *Longissimus Lumborum*, *Biceps femoris* e *Semimembranosus* de novilhos holandês alimentados com alto teor de concentrado (mg/g)

Ácido Graxo	Músculo	Dieta			Média Geral	EPM	Pr > F		
		Controle	V+NaHCO ₃	NaHCO ₃			Dieta	Músculo	Dieta X Músculo
Colesterol (g.100g ⁻¹)	<i>Longissimus lumborum</i>	0,32	0,31	0,34	0,32 B	0,10	0,0817	0,0010	0,9349
	<i>Biceps femoris</i>	0,37	0,36	0,40	0,38 A				
	<i>Semimembranosus</i>	0,30	0,28	0,31	0,30 B				
	Média geral	0,33	0,32	0,35					
HIPO	<i>Longissimus lumborum</i>	204,74	259,54	240,73	235,00	77,00	0,3696	0,1606	0,5889
	<i>Biceps femoris</i>	212,24	431,55	535,21	393,00				
	<i>Semimembranosus</i>	457,62	302,78	547,78	436,06				
	Média geral	291,50	331,30	441,20					
HIPER	<i>Longissimus lumborum</i>	5,29	6,25	4,60	5,38 B	23,13	0,0787	0,0008	0,4396
	<i>Biceps femoris</i>	54,11	188,28	115,78	119,39 A				
	<i>Semimembranosus</i>	58,17	141,54	156,46	118,73 A				
	Média geral	39,19	112,03	92,28					
HIPO:HIPER	<i>Longissimus lumborum</i>	43,54	43,41	51,89	46,28 A	2,14	0,0004	0,0001	0,1072
	<i>Biceps femoris</i>	18,40	2,11	12,31	10,94 B				
	<i>Semimembranosus</i>	20,05	2,14	16,17	12,78 B				
	Média Geral	27,33 a	15,88 b	26,79 a					

V+NaHCO₃ = Virginiamicina + NaHCO₃ associado a palha de trigo; NaHCO₃ = Bicarbonato de sódio associado a palha de trigo

HIPO=hipocoleristêmicos; HIPER = hipercoleristêmicos; Médias seguidas de letras distintas diferem entre si (P<0,05) pelo teste Tukey. Nas linhas, letras minúsculas e, nas colunas, letras maiúsculas; Epm - erro padrão da média. Pr > F - probabilidade obtida do estudo de parcela subdividida no espaço.

Segundo Santos-Silva *et al.* (2002), a relação AGPI/AGS é normalmente utilizada para avaliar o valor nutricional do perfil de ácidos graxos da dieta. Entretanto, essa relação não é adequada para esta avaliação, uma vez que é considerada apenas a estrutura química dos ácidos graxos, e falha ao atribuir efeitos hipercolesterolêmicos a todos os AGS. Assim, esses autores recomendaram que a melhor maneira de avaliar o valor nutricional do perfil de ácidos graxos seria a utilização de relações baseadas nos efeitos funcionais dos ácidos graxos como, por exemplo, a relação entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos (hipo): hipercolesterolêmico (hiper).

A relação hipo/hiper constitui um índice que considera a atividade funcional dos ácidos graxos no metabolismo das lipoproteínas de transporte do colesterol plasmático, cujo tipo e quantidade está relacionado com o maior ou menor risco de incidência de doenças cardiovasculares. Na literatura, não há valores recomendados para o índice h/H em relação aos produtos lácteos, porém, considera-se como referência o valor 2,0 atribuído aos produtos cárneos (SANTOS-SILVA *et al.*, 2002). Valores superiores a 2,0 correspondem a produtos com composição de ácidos graxos desejável no aspecto nutricional, pois são compostos, em sua maior parte, de ácidos graxos hipocolesterolêmicos e, conseqüentemente, reduzem o risco de doenças cardiovasculares (ASSUNÇÃO, 2007).

Neste contexto, pode-se observar que as dietas não influenciaram nos teores de ácidos graxos hipo e hipercolesterolêmicos. Esses resultados podem ser justificados por também não haver diferença entre os ácidos graxos saturados e insaturados. Segundo Guyton & Hall (2006), os ácidos graxos insaturados (oleico, linoleico, araquidônico, linolênico, eicosapentanoico, decosapentanoico e decosapentaenoico) são considerados como potencialmente hipocolesterolêmicos e os ácidos graxos saturados, mirístico e palmítico, como hipercolesterolêmicos.

O LDL transporta o colesterol do fígado para os tecidos e favorece o seu acúmulo nas paredes internas das artérias, reduzindo o fluxo sanguíneo, estando diretamente relacionado a doenças cardíacas. Os ácidos graxos hipocolesterolêmicos atuam na redução do LDL (lipoproteína de baixa densidade) e, com isso, previnem doenças cardiovasculares (GUYTON & HALL, 2006). Já os ácidos graxos saturados pertencem ao grupo dos hipercolesterolêmicos, ou seja, aos ácidos graxos que elevam o nível de colesterol sanguíneo. No entanto, as lipoproteínas de alta densidade (HDL), também conhecido como “bom colesterol”, são capazes de absorver os cristais de

colesterol, que são depositados nas artérias, removendo-o das artérias e transportando-o de volta ao fígado para ser eliminado.

No entanto, ao avaliar os músculos, percebeu-se que o *Longissimus lumborum* obteve menor quantidade de ácidos graxos hipercolesterolêmicos, quando comparado com os demais músculos avaliados, que obtiveram resultados semelhantes para esta variável. Comportamento idêntico obtiveram os ácidos graxos saturados, ou seja, o músculo *Longissimus lumborum* obteve uma menor quantidade de ácidos graxos saturados e, conseqüentemente, uma menor quantidade de ácidos graxos hipercolesterolêmicos foi identificada.

Observando a relação hipo e hipercolesterolêmicos, observou-se que as dietas controle e NaHCO₃ proporcionaram uma maior relação 27,33 e 26,79, respectivamente, mesmo comportamento observado na relação AGI:AGS. Quanto aos músculos, a maior relação foi obtida pelo *Longissimus lumborum*, que foi impulsionada pela menor quantidade de ácidos graxos hipercolesterolêmicos. Porém, todas as dietas são recomendadas para a alimentação de bovinos Holandeses, pois todos os músculos analisados obtiveram valores acima de 2,0; que foi o valor recomendado por Assunção (2007).

A partir de diversos estudos científicos observando a relação dos ácidos graxos com a saúde humana, pesquisadores têm desenvolvido índices com o intuito de avaliar os alimentos quanto a sua qualidade nutricional, destacando os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT), ambos relacionados à fração lipídica dos mesmos. Os alimentos de origem animal possuem IA em faixas bem estabelecidas. Assim, a gordura da carne possui valores entre 0,5 e 1,0, enquanto a gordura do leite possui valor ao redor de 2,0 (BOBE *et al.*, 2004). Essa dessemelhança se relaciona à diferença no perfil de ácidos graxos entre esses alimentos, visto que o leite possui concentração maior de ácidos graxos de cadeia curta (C4 a C10) e média (C12 a C16), enquanto nos tecidos de ruminantes são observados ácidos graxos de cadeia média e longa (NUERMBERG *et al.* 2008).

Verificou-se na Tabela 19 que estes índices sofreram alterações, a dieta V+NaHCO₃ foi a que proporcionou maiores índices de aterogenicidade e trombogenicidade nos músculos (0,87 e 2,46, respectivamente), seguido dos músculos dos animais alimentados com a dieta contendo NaHCO₃ (0,56 e 1,06, respectivamente) e da dieta controle (0,38 e 0,61, respectivamente).

Os índices de aterogenicidade e trombogenicidade quantificam o potencial de estímulo à agregação plaquetária, pois desordens na agregação de plaquetas podem ocasionar trombose. Portanto, quanto menores os valores de IA e IT, maior é a quantidade de ácidos graxos anti-aterogênicos e antitrombogênicos presentes em determinado óleo/gordura e, conseqüentemente, maior é o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronarianas (TURAN *et al.* 2007).

Assim, a dieta controle é a mais benéfica, possuindo menores riscos de aparecimento de doenças coronárias. Esses valores podem ser justificados pela adição de palha de trigo na dieta, na qual os ácidos graxos mirístico e palmítico desse alimento incrementaram os índices de aterogenicidade e trombogenicidade dos músculos avaliados.

Ao avaliar esses índices médios nos músculos, podemos notar que o *Longissimus lumborum* foi o músculo que apresentou menores índices, tornando-o o mais recomendado na prevenção de doenças coronarianas dentre os músculos avaliados.

Estes resultados são justificados pela redução dos ácidos graxos saturados, que são levados em consideração no numerador da fórmula ao calcular os índices, em especial, os ácidos mirístico e esteárico, conforme demonstrado nas Tabelas 10 e 11, bem como o aumento da atividade enzimática neste músculo, conforme Tabela 19. Entretanto, podemos perceber uma interação dieta x músculo nos índices. Vários são os fatores que podem influenciar, a saber: a partição da porção lipídica nos músculos, a ação de enzimas no rúmen e nos músculos, e a ação de inibidores das enzimas. Poucos são os trabalhos que fazem a avaliação deste índice na carne de bovinos, tornando importante mais estudos para efeito de comparação e também para formar parâmetros de índices ideais ao consumo humano.

A Δ^9 dessaturase é uma enzima do retículo endoplasmático que catalisa a biossíntese de ácidos graxos monoinsaturados a partir de ácidos graxos. Os substratos preferidos são palmitoil e estearoil-CoA-redutase, que são convertidos em palmitoleoil e oleoil-CoA-redutase, respectivamente. Esses produtos são os ácidos graxos monoinsaturados mais abundantes no organismo animal, sendo substrato para a síntese de vários tipos de lipídios, incluindo fosfolipídios, triacilglicerois e ésteres de colesterol.

Tabela 19 – Índice de aterogenicidade, trombogenicidade e desaturase do ácido esteárico dos músculos *Longissimus Lumborum*, *Biceps femoris* e *Semimembranosus* de novilhos holandês alimentados com alto teor de concentrado

Ácido Graxo	Músculo	Dieta			Média Geral	EPM	Pr > F		
		Controle	V+NaHCO ₃	NaHCO ₃			Dieta	Músculo	Dieta X Músculo
IA	<i>Longissimus lumborum</i>	0,15 a B	0,14 a C	0,13 b B	0,14 B	0,10	0,0002	0,0001	0,0202
	<i>Biceps femoris</i>	0,55 c A	1,46 a A	0,79 b A	0,93 A				
	<i>Semimembranosus</i>	0,45 c A	1,03 a B	0,76 b A	0,74 A				
	Média geral	0,38 c	0,87 a	0,56 b					
IT	<i>Longissimus lumborum</i>	0,09 b C	0,45 a C	0,08 b B	0,20 C	0,18	0,0001	0,0001	0,0008
	<i>Biceps femoris</i>	1,05 c A	4,20 a A	1,71 b A	2,32 A				
	<i>Semimembranosus</i>	0,67 c B	2,74 a B	1,39 b A	1,60 B				
	Média geral	0,61 c	2,46 a	1,06 b					
D9DESC18	<i>Longissimus lumborum</i>	86,00	84,79	79,59	83,46 A	23,13	0,0787	0,0008	0,4396
	<i>Biceps femoris</i>	72,06	15,97	50,50	46,17 B				
	<i>Semimembranosus</i>	77,03	32,02	55,10	54,72 B				
	Média geral	78,36	44,26	61,74					

V+NaHCO₃ = Virginiamicina + NaHCO₃ associado a palha de trigo; NaHCO₃ = Bicarbonato de sódio associado a palha de trigo

IA: índice de aterogenicidade; IT: índice de trombogenicidade; D9DESC18 : Delta 9 Desaturase do ácido esteárico

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si (P<0,05) pelo teste Tukey. Nas linhas, letras minúsculas e, nas colunas, letras maiúsculas.

Epm - erro padrão da média. Pr > F - probabilidade obtida do estudo de parcela subdividida no espaço.

N = 33

Os ácidos graxos monoinsaturados são mediadores da transdução e na diferenciação celular (BRADLEY *et al.*, 2008). Além disso, já foi demonstrado que influenciam a apoptose e a mutagênese em alguns tumores (HARDY *et al.*, 2003). Assim, levando-se em conta as múltiplas funções de ácidos graxos monoinsaturados, a variação na atividade de Δ^9 dessaturase pode afetar uma grande variedade de respostas fisiológicas importantes, incluindo a diferenciação celular, a sensibilidade à insulina, a adiposidade, a aterosclerose, a obesidade e o câncer.

Em bovinos, os estudos chamam atenção para o papel dessa enzima na modulação da síntese de ácido linoleico conjugado (CLA), um ácido graxo de grande interesse para a composição lipídica do leite e da carne (WATERS *et al.*, 2009).

Nesse sentido, podemos observar que a atividade dessa enzima não foi influenciada pelas dietas e, conseqüentemente, o poder de dessaturação por ela foi igual às médias dos tratamentos. Porém, observou-se uma maior atividade da Δ^9 dessaturase no músculo *Longíssimus Lumborum* (P=0,0008), quando comparado com os demais músculos avaliados. Esse resultado pode ser a justificativa por ter sido encontrada uma menor quantidade de ácidos graxos saturados neste músculo, conforme demonstrado na Tabela 15.

V - CONCLUSÕES

Recomenda-se a substituição do concentrado proteico comercial (Supra Max) pela virginiamicina + NaHCO₃ associada à palha de trigo, ou apenas o NaHCO₃ associado à palha de trigo, sem que haja perda nas porções comestíveis, conforme demonstrado através das igualdades das relações músculo : adiposo e músculo : osso.

As dietas influenciaram na relação HIPO:HIPER e nos índices de aterogenicidade e trombogenicidade. Apesar disso, recomenda-se a substituição do concentrado proteico (Supra Max) pela virginiamicina + NaHCO₃ associada à palha de trigo, ou apenas o NaHCO₃ associado à palha de trigo, pois, apesar das diferenças, os valores estão dentro do determinado para carnes na literatura.

O *Longissimus lumborum* foi o músculo que apresentou as melhores relações AGI:AGS, HIPO:HIPER, O6:O3, os melhores índices de aterogenicidade e trombogenicidade, quando comparado com o *Bíceps femoris* e *Semimembranosus*.

VI – BIBLIOGRAFIA

ALFAIA, C.M.M.; CASTRO, M.L.F.; MARTINS, S.I. et al. Effect of slaughter season on fatty acid composition, conjugated linoleic acid isomers and nutritional value of intramuscular fat in Barrosã-PDO veal. **Meat Science**, v.75, n.1, p.44-52, 2007.

ALLOCATI, P.A.; CABONA, E.; PUHL, L. *et al.* Impacto del proceso de pasteurización 72°C 15 seg sobre el contenido de isômeros conjugados del ácido linoleico (CLA) em leche cruda bovina. **Revista Argentina de Producción Animal**. v. 27, n. 3, p. 189-195, 2007.

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

BANSKALIEVA, V.; SAHLU, T.; GOETSCH, A.L. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review. **Small Ruminant Research**, v.37, p.255-268, 2000.

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

BLANKSON, H.; STAKKESTAD, J.A.; FAGERTUN, H. et al. Conjugated linoleic acid reduces body fat mass in overweight or obese humans. **Journal of Nutrition**, v. 130, p. 2943-2948, 2000.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J.; *Can. J. Biochem. Physiol.* 1959, 37, 911.

BOGGS, D.L.; MERKEL, R.A. Live animal: carcass evaluation and selection manual. **Iowa: Michigan State University**, 199 p, 1981.

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

BANSKALIEVA, V.; SAHLU, T.; GOETSCH, A.L. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review. **Small Ruminant Research**, v.37, n.3, p.255-268, 2000.

BRAGAGNOLO, N. Aspectos comparativos entre carnes segundo a composição de ácidos graxos e teor de colesterol. In: **II Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína**. Via internet, 2001.

BREN, L.; MOLETTA, J.L.; JUNIOR, P.R.; SANTANA, M.H.A. Desempenho de novilhos Purunã x Canchim terminados com diferentes níveis de concentrado. **Rev. Acad. Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v. 12, n. 1, p. 71-77, 2014.

BRESSAN, M.C. et al. Genotype x environment interactions for fatty acid profiles in *Bos indicus* and *Bos taurus* finished on either pasture or grain. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, p. 221-232, 2011.

BROUGHTON K.S.; JOHNSON C.S.; PACE B.K.; LIEBMAN M.; KLEPPINGER K.M. Reduced asthma symptoms with n-3 fatty acid ingestion are related to 5-series leukotriene production. **Am J Clin Nutr.** 65(4):1011-7, 1997.

BURDGE G.C. Wootton S.A. Conversion of alpha- ω -linolenic acid to eicosapentaenoic, docosapentaenoic and docosahexaenoic acids in young women. **Br J Nutr.** 88(4):411-20, 2002.

CEZAR, M.F.; SOUSA, W.H. Proposta de avaliação e classificação de carcaças de ovinos deslançados e caprinos. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.4, n.4, p.41-51, 2010.

CHOI, S.H., PARK, S.K.; JOHNSON, B.J.; CHUNG, K.Y.; CHOI, C.W.; KIM, K.H.; KIM, W.Y.; SMITH, S.B. AMPK α , C/EBP β , CPT1 β , GPR43, PPAR, and SCD gene expression in single and co-cultured bovine satellite cells and intramuscular preadipocytes treated with palmitic, stearic, oleic, and linoleic acid. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, v.28, n. 3, p. 411-419, 2015.

CIFUNI, G.F.; NAPOLITANO, F.; RIVIEZZI, A.M. et al. Fatty acid profile, cholesterol content and tenderness of meat from Podolian young bulls. **Meat Science**, v.67, n.2, p.289-297, 2004.

CLARKE, S.D., JUMP, D.B. Regulation of gene transcription by polyunsaturated fatty acids. **Progress on Lipids Research**, v. 32, n. 2, p. 39-149, 1993.

COE, M.L.; NAGARAJA, T.G.; SUN, Y.D.; WALLACE, N.; TOWNE, E.G.; KEMP, K.E.; HUTCHENSON, J.P. Effect of virginiamycin on ruminal fermentation in cattle during adaptation to a high concentrate diet and during na induced acidosis. **Journal of Animal Science**. Savoy, v. 77, p. 2259-2268, 1999.

COSTA, E.C; RESTLE, J.; VAZ, F.N.; ALVES FILHO, D.C.; BERNARDES, R.A.L.C., KUSS, F. Características da carcaça de novilhos Red Angus superprecoce abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.119-128, 2002

COSTA, J.P.R. **Virginiamycin via mineral supplementation and sward height in growing nelore young bulls.** (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2016.

CRUZ, C.A.C.; SANTOS-CRUZ, C.L.; CASTILLO, C.J.; SOUZA, A.O.; BORGES, L.B.; BRITO, P.N. Lipidic characterization of Santa Inês lamb shoulder. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. vol.31. n02. Campinas Apr./June 2011.

CUVELIER, C., CLINQUART A., HOCQUETTE J.F., CABARAUX J.F., DUFRASNE I., ISTASSE L., HORNICK J. L. Comparison of composition and quality

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, Cambridge**, v. 2, n. 5, p. 691-704, 2008.

GRUNDY, S.M.; DENKE, M.A. Dietary influences on serum lipids and lipoproteins. **Journal Lipid Research**, v. 31, p. 1149-1172. 1990.

GUYTON A.C.; HALL. J.E. **Tratado de fisiologia médica**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002.

HA, Y.L.; GRIMM, N.K.; PARIZA, M.W. Anticarcinogens from fried ground beef: heat-altered derivatives of linoleic acid. **Carcinogenesis**, v. 8, p. 1881-1887, 1987.

HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. Estimation of the composition of beef carcasses and cuts. [T.B.]: **United States Department of Agriculture**, 1946. p.1-19. (Technical Bulletin, 926).

HARDY, S.; LANGELIER, Y.; PRENTKI, M. Oleate activates phosphatidylinositol 3-kinase and promotes proliferation and reduces apoptosis of MDA-MB-321 breast cancer cells, whereas palmitate has opposite effects. **Cancer Res.** V. 60, p. 6353-6358, 2003.

HEDDE, R.D.; ARMSTRONG, D.G.; PARISH. R.C.; QUACH, R. Virginiamycin effect on rumen fermentation in cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 51, suppl. 1, p. 366-367, 1980.

HENRY, P.R.; AMMERMAN, C.B.; CAMPBELL, D.R.; MILES, R.D. Effect of antibiotics on tissue trace mineral concentration and intestinal tract weight of broiler chicks. **Poultry Science**, v. 66, p. 1014- 1018, 1987.

HERDMANN, A.; NUERNBERG, K.; MARTIN, J.; NUERNBERG, G.; DORAN, O. Effect of dietary fatty acids on expression of lipogenic enzymes and fatty acid profile in tissues of bulls. **Animal**, v. 4, n. 5, p. 755-762, 2010.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, ISO. **Animal and vegetable fats and oils. Preparation of methyl esters of fatty acids** (Method ISO 5509). Geneva: ISO, 1978. p.1-6.

JUMP, D.B. **Dietary polyunsaturated fatty acids and regulation of gene transcription. Current Opinion in Lipidology**, v. 13, n. 2, p. 155-164, 2002.

LAWRIE, R.A. **Ciência da Carne**. 6 ed. Porto Alegre: ARTMED, 384 p, 2005.

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

LORGERIL M.; RENAUD S.; MAMELLE N.; SALEN P.; MARTIN ; L, MONJAUD I.; et al. Mediterranean alpha-linolenic acid rich diet in secondary prevention of coronary heart disease. **Lancet**. 343(8911):1454-9, 1994.

LUCCI, C.S. et al. Processamento de grãos de milho para ruminantes: Digestibilidade aparente e “in situ”. **Bras. J. Vet. Res. Anim. Sci.** Curso de Medicina Veterinária de Santo Amaro, São Paulo, 2007.

MACEDO, L.M.A.; PRADO, I.M.; PRADO, J.M.; ROTTA, P.P.; PRADO, R.M. SOUZA, N.E.; PRADO, I.N. Chemical composition and fatty acids profile of five carcass cuts of crossbred heifers finished in feedlot, **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n.3, p. 597-608, 2008.

MACIEL, I.C.F.; SATURNINO, H.M.; BARBOSA, F.A.; FILHO, G.H.B. M.; COSTA, P.M.; MALACCO, V.M.R. Virginiamicina na alimentação de ruminantes. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 1, pag.271-285, jan./abr. 2015.

MALAU-ADULI, A.E.O.; SIEBERT, B.D.; BOTTEMA, C.D.K.; PITCHFORD, W.S. A comparison of the fatty acid composition of triacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. **Australian Journal of Agriculture Research**, Collingwood, v. 48, n. 5, p. 715722, 1997.

MANSBRIDGE, R.J.; BLAKE, J.S. Nutritional factors affecting the fatty acid composition of bovine milk. **British Journal of Nutrition**, v.78, suppl.1, p.S37-S47, 1997.

MANTOVANI, H.C. Perspectivas da utilização de antibióticos na produção de bovinos. In: BITTAR, C. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P.; MATTOS, W. R. S. **Minerais e aditivos para bovinos**. Piracicaba: FEALQ, cap. 10, p. 249-276, 2006.

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

MASTERS C. n-3 Fatty acids and the peroxissome. **Mol Cell Biochem**. 165(2):83-93, 1996.

MINAMOTO, V.B. Classificação e adaptações das fibras musculares: uma revisão. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 12, p. 50-55, 2005.

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

NAGARAJA, T.G.; TAYLOR, M.B.; HARMON, D.L.; BOYER, J.E. In vitro lactic acid inhibition and alterations in volatile fatty acid production by antimicrobial feed additives. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 65, p. 1064-1076, 1987.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.

NELSON, D.L.; COX, M. Lehninger – **Princípios de Bioquímica**. 3ed. São Paulo: Sarvier, 2002.

NTAMBI, J.M. Dietary regulation of stearoyl-CoA desaturase 1 gene expression in mouse liver. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 267, p. 10925-10930, 1992.

NUERMBERG, K.; FISCHER, A.; NUERMBERG, G.; ENDER, K.; DANNEMBERGER, D. Meat quality and fatty acid composition of lipids in muscle and fatty tissue of Skudde lambs fed grass versus concentrate. **Small Ruminant Res.** 74:279-83, 2008.

NUERNBERG, K. et al. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 94, p. 137-147, 2005.

OLIVEIRA, E.A.; SAMPAIO, A.A.; HENRIQUE, W.; PIVARO, T.M.; ROSA, B.L.; FERNANDES, A.R.; ANDRADE, A.T. Quality traits and lipid composition of meat from Nellore young bulls fed with different oils either protected or unprotected from rumen degradation. **Meat Science**, Barking, v. 90, n. 1, p. 2835, 2012.

PARIZA, M.W.; PARK, Y.; COOK, M.E. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. **Progress in Lipid Research**, v. 40, p. 283-298, 2001.

PAULINO, P.V.R., J.C.F. CARVALHO, R.C. CERVIERI, P. TERÊNCIO, and A. VARGAS. Estratégias de adaptação de bovinos de corte às rações com teores 18 elevados de concentrado. In: IV CLANA – IV Congresso Latino-Americano de Nutrição Animal. **Anais...** p.351-362, 2010.

PINHO, A.P.S.; BARCELLOS, J.O.J.; PERIPOLLI, V.; KINDLEIN, L.; ARAÚJO, J.R.; FILHO, D.C.A. Perfil lipídico da gordura intramuscular de cortes e marcas comerciais de carne bovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 1134-1142, 2011.

PRADO, I.N.; MAGGIONI, D.; ABRAHÃO, J.J.S.; ZAWADZKI, F.; VALERO, M.V.; MARQUES, J.A.; ITO, R.H.; PEROTTO, D. Chemical composition and fatty acids profile on Longissimus muscle of crossbred bulls fed with sugar cane or sorghum silage and finished with 3.4 or 4.8 mm of fat thickness. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1461-1476, 2011.

RAINER, L.; HEISS, C.J. Conjugated linoleic acid: health implications and effects on body composition. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 104, n. 6, p. 963-968, 2004.

RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; NARDON, R.F. et al. Efeitos da raça e da seleção para peso pós-desmame sobre características de confinamento e de carcaça da 15ª progênie dos rebanhos zebu e Caracu de Sertãozinho (SP). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.115-124, 2001.

RIBEIRO, A.P.B.; MOURA, J.M.L.N.; GRIMALDI, R.; GONÇALVES, L.A.G. Interesterificação química: Alternativa para obtenção de gorduras zero trans. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 5, p. 1295-1300, 2007.

RIISPOA, 1997 - Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem animal. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Seção II – Derivado do Pescado**, Artigo 466.

RODRIGUES, V.C. et al. Ácidos graxos na carne de búfalos e bovinos castrados e inteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 2, p. 434-443, 2004.

ROPPA, L. Atualização sobre os níveis de Colesterol, Gordura e Calorias da Carne Suína. **Nutron Alimentos**, Maio 1999.

SAMI, A.S.; KOEGEL, J.; EICHINGER, H.; FREUDENREICH, P.; SCHWARZ, F.J. Effects of the dietary energy source on meat quality and eating quality attributes and fatty acid profile of Simmental bulls. **Animal Research**, v.55, p.287-299, 2006.

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

SERRA, X.; GUERRERO, L.; GUARDIA, M.D. et al. Eating quality of young bulls from three Spanish beef breed-production systems and its relationships with chemical and instrumental meat quality. **Meat Science**, v.79, n.1, p.98-104, 2008.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, F.F.; FILHO, S.C.V.; ÍTAVO, L C V.; VELOSO, C.M.; PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D.; CECON, P.R.; SILVA, P.A.; GALVÃO, R.M. Consumo, desempenho, características de carcaça e biometria do trato gastrointestinal e dos órgãos internos de novilhos Nelore recebendo dietas com diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 1849-1864, 2002.

SILVA, R.M.; RESTLE, J.; MISSIO, R.L.; LAGE, M.E.; PACHECO, P.S.; BILEGO, U.O.; PÁDUA, J.T.; FAUSTO, D.A. Perfil de ácidos graxos da carne de novilhos europeus e zebuínos alimentados com milho. **Pesq. agropec. Bras.**, Brasília, 49, n.1, p.63-70, jan. 2014.

SIMOPOULOS, A.P. Omega-6/Omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases. **Food Rev Inter.** 20(1):77-90, 2004.

SMITH, S.B.; GILL, C.A.; LUNT, D.K.; BROOKS, M.A. Regulation of fat and fatty acid composition in beef cattle. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.22, p.1225-1233, 2009.

SNIFFEN, C.J; O'CONNOR, J.D.; van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, N.E.; VISENTAINER, J.V. **Colesterol da mesa ao corpo**. São Paulo: Varela, 2006.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. SAS/STAT software: changes and enhancements through release 6.12. Cary: **SAS Institute**, 1167p, 2001.

SULLIVAN, H.M.; BERNARD, J.K.; AMOS, H.E.; JENKINS, T.C. Performance of lactating dairy cows fed whole cottonseed with elevated concentrations of free fatty acids in the oil. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.665-671, 2004.

TORRES, E.A.F.S.; CAMPOS, N.C.; DUARTE, M.; GARBELOTTI, M. L.; PHILIPPI, S.T.; RODRIGUES, S.M. Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, 20(2): 145-50, 2000.

TURPEINEN, A.M. et al. Bioconversion of vaccenic acid to conjugated linoleic acid in humans. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 76, p. 504-510, 2002.

VISENTAINER, J.V.; FRANCO, M.R.B. **Ácidos graxos em óleos e gorduras: identificação e quantificação**. São Paulo: Varela, 2006. 120p.

WARREN, H.E. et al. Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages: animal performance, carcass quality and muscle fatty acid composition. **Meat Science**, Barking, v. 78, p. 256-269, 2008.

WATERS, S.M.; KELLY, J.P.; O'BOYLE, P.; MOLONEY, A.P.; KENNY, D.A. Effect of level and duration of dietary n-3 polyunsaturated fatty acid supplementation on the transcriptional regulation of Delta 9-desaturase in muscle of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 1, p. 244-252, 2009.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Joint Consultation: fats and oils in human nutrition. **Nutr Rev.** 53(7):202-5, 1995.