

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS  
DE CARNE DE BOVINOS ALIMENTADOS COM  
DIFERENTES GRÃOS DE OLEAGINOSAS**

**Samara Miyaki Corrêa**

Campo Grande - MS  
2019

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS  
DE CARNE DE BOVINOS ALIMENTADOS COM  
DIFERENTES GRÃOS DE OLEAGINOSAS**

Physical-chemical and sensory characteristics of bovine meat furnished with  
different oleaginous grains

**Samara Miyaki Corrêa**

**Orientadora: Prof. Dra. Marina de Nadai Bonin Gomes**

**Co-orientadora: Prof. Dra. Marjorie Toledo Duarte**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal.

Campo Grande - MS  
2019

*A Deus e Nossa Sra do Perpétuo Socorro agradeço pela força e coragem em todos os momentos;*

*Aos meus pais Monica Bolzan (in memorian) e Junior Shiguenori Miyaki;*

*A minha filha Cecília Miyaki Corrêa, pela motivação, luz dos meus dias;*

*Ao meu amigo, eterno namorado e marido Luciano Araújo Corrêa, pela compreensão, apoio e paciência;*

*As minhas amigas “Tinas”, pelo incentivo e todo apoio;*

*A todos os que me ajudaram e sempre estiveram comigo;*

***Dedico...***

*“Não venci todas as vezes que lutei, mas perdi todas  
as vezes que deixei de lutar!”*

*Cecília Meireles*

## **Agradecimentos**

Agradeço imensamente a Deus e Nossa Sra. do Perpétuo Socorro pela oportunidade e força para conduzir esta pesquisa e superar todos os obstáculos durante sua realização;

A minha família, Cecília Miyaki Corrêa e Luciano Araújo Corrêa, pelo perdão de estar ausente em alguns momentos, pelo amor e carinho, por serem o motivo para chegar até o fim;

A minha orientadora Prof. Dr. Marina de Nadai Bonin Gomes pela orientação, apoio, compreensão, paciência e amizade, que acreditou em mim;

A minha co-orientadora Prof. Dr. Marjorie Toledo Duarte, pela orientação, apoio, compreensão e amizade;

As minhas amigas Évelyn Mello, Danyelle Luize, Elaine Mariza e Patrícia Dias, que sempre me ouviram e não me deixaram desistir;

A minha amiga e comadre Kedma Monteiro, por dividir minhas angústias e orientar em todos os momentos;

Ao Bruno Limoni, pelo apoio, carinho e risadas;

A Lucy Mery Surita pelo aprendizado e apoio;

Aos estagiários do Qualicarnes, obrigada pela mão de obra e apoio, sem vocês não seria possível!

A Empresa Brasileira de Pesquisa EMBRAPA pelo apoio na realização das análises;

A Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia e todos os funcionários que deram suporte para realização deste estudo.

## RESUMO

**MIYAKI, S. C. Características físico-químicas e sensoriais da carne de bovinos alimentados com diferentes grãos de oleaginosas.** 2019. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2019.

**RESUMO:** O objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência da inclusão de grãos de oleaginosas sobre parâmetros físico-químicos e sensoriais em carne de 24 novilhos Nelore não castrados de 24 meses de idade alimentados com uma dieta contendo grãos de oleaginosas. O peso corporal médio inicial foi de  $311 \pm 17,98$  kg, os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em quatro tratamentos com seis repetições por tratamento. Foram elaboradas quatro dietas experimentais, sendo uma dieta padrão a base de milho e farelo de soja (controle) e três dietas contendo grãos (algodão, soja e girassol) no concentrado, visando obter dietas com 150 g/kg MS de proteína bruta (PB) e 70 g/kg MS de extrato etéreo (EE). O volumoso utilizado foi silagem de planta inteira de milho e relação concentrado:volumoso 60:40. Os animais permaneceram em confinamento até atingirem peso de 510 kg para o abate. Foram avaliadas peso vivo final, peso de carcaça quente, espessura de gordura na carcaça. As características de qualidade avaliadas foram composição centesimal, colágeno, colesterol, perfil de ácidos graxos e sensoriais. A cor, pH, força de cisalhamento, perdas de líquidos, comprimento de sarcômero e índice de fragmentação miofibrilar foram avaliadas em três tempos de maturação (zero, sete e 14 dias). O peso vivo final e o peso de carcaça quente foram menores para o tratamento com semente de girassol (488,67kg e 235,1kg) e os maiores com grão de soja (544,38kg e 267kg). Os animais que apresentaram maior espessura de gordura subcutânea foram controle e grão de soja (4,75mm e 3,3mm). O teor de extrato etéreo foi menor no tratamento com semente de girassol (0,59) enquanto caroço de algodão, grão de soja e controle não diferiram (1,23; 1,19 e 0,94). Os parâmetros pH, L\*, b\* e Chroma sofreram efeito do tempo de maturação. Houve diferença nos valores de pH, semente girassol (5,83) mais alto, caroço de algodão (5,67) e grão de soja (5,64) intermediários e controle (5,48) mais baixo. Força de cisalhamento, comprimento de sarcômero e índice de fragmentação miofibrilar sofreram influência pelos tempos de maturação, quanto maior o tempo maior o grau de maciez da carne. Carnes do tratamento com semente de girassol foram mais macias (7,56kg), enquanto que as do grupo controle foram mais duras (10,15kg), caroço de algodão (8,12kg) e grão de soja (8,31kg) foram intermediárias quando avaliadas pelo texturômetro, quando avaliadas pelo painel sensorial a melhor avaliada para maciez foi o grão de soja. Maiores escores para marmoreio foi nos tratamentos controle e grão de soja. Não houve diferença nos valores de colágeno total e insolúvel para os diferentes tratamentos, assim como para valores de colesterol. De modo geral as amostras do tratamento controle e grão de soja foram melhores avaliadas pelo painel sensorial. A frequência dos maiores escores para marmoreio foi nos tratamentos controle e grão de soja. O uso de grãos integrais de oleaginosas tem efeito sobre ganho de peso e deposição de gordura subcutânea de novilhos terminados em confinamento. O uso de grão de soja integral apresenta os melhores resultados de peso de abate, peso de carcaça quente, espessura de gordura subcutânea, marmoreio e mais aceitação global no painel sensorial.

**Palavras-chave:** caroço de algodão; colesterol; grão de soja; maciez; qualidade de carne; semente de girassol

## ABSTRACT

**MIYAKI, S. C. Physico-chemical and sensorial characteristics of the meat of cattle fed with different oilseeds.** 2019. Dissertation (Master degree) - Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Federal University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2019.

The objective of this research was to evaluate the influence of the inclusion of oilseed grains on physical-chemical and sensorial parameters in the meat of 24 24-month-old uncastrated Nelore steers fed a diet containing oilseed grains. The initial mean body weight was  $311 \pm 17.98$  kg, the animals were distributed in a completely randomized design in four treatments with six replicates per treatment. Four experimental diets were elaborated, with a standard diet based on corn and soybean meal (control) and three diets containing grains (cotton, soybean and sunflower) in the concentrate, aiming to obtain diets with 150 g / kg DM of crude protein ) and 70 g / kg MS of ethereal extract (EE). The bulky used was completely plant silage of corn and concentrate ratio: bulky 60:40. The animals remained in confinement until reaching a weight of 510 kg for slaughter. Final live weight, warm carcass weight and carcass fat thickness were evaluated. The quality characteristics evaluated were centesimal composition, collagen, cholesterol, fatty acid and sensory profile. The color, pH, shear force, liquid losses, sarcomere length and myofibrillar fragmentation index were evaluated in three maturation times (zero, seven and 14 days). The final live weight and the warm carcass weight were lower for sunflower seed treatment (488.67 kg and 235.1 kg) and the largest with soybean (544.38 kg and 267 kg). The animals that presented the highest thickness of subcutaneous fat were control and soybean grain (4.75mm and 3.3mm). Ethereal extract content was lower in sunflower seed treatment (0.59) while cottonseed, soybean grain and control did not differ (1.23, 1.19 and 0.94). The parameters pH, L \*, b \* and Chroma underwent maturation time. There were differences in pH, sunflower seed (5.83) highest, cotton core (5.67) and soybean grain (5.64) and control (5.48) lower. Shear force, sarcomere length and myofibrillar fragmentation index were influenced by the maturation times, the longer the greater the degree of meat tenderness. Meat from the sunflower seed treatment were softer (7.56 kg), while those from the control group were harder (10.15 kg), cotton seed (8.12 kg) and soybean grain (8.31 kg) were intermediates when evaluated by the texturometer, when evaluated by the sensory panel the best evaluated for softness was the soybean grain. Higher marbling scores were in control and soybean grain treatments. There was no difference in total and insoluble collagen values for the different treatments, as well as for cholesterol values. In general, the sensory panel better evaluated the control and soybean grain samples. The frequency of the highest marbling scores was in soybean control and grain treatments. The use of whole grains of oilseeds has an effect on weight gain and deposition of subcutaneous fat of finished bulls in confinement. The use of whole soybeans shows the best results of slaughter weight, warm carcass weight, subcutaneous fat thickness, marbling and more global acceptance in the sensory panel.

**Key words:** cottonseed; cholesterol; meat quality; softness; soybean; sunflower seed

## LISTA DE TABELAS

	Pág.
Capítulo I	
Tabela 1 - Ingredientes e composição das dietas experimentais.....	23
Tabela 2 - Efeito de tratamento e de tempo de maturação entre as características físico-químicas da carne de bovinos alimentados com grãos de oleaginosas.....	32
Tabela 3 - Efeito de tratamento entre as características sensoriais da carne de bovinos alimentados com grãos de oleaginosas.....	32
Capítulo II	
Tabela 1 - Ingredientes e composição das dietas experimentais.....	45
Tabela 2 - Escalas de marmoreio e valores numéricos correspondentes (AMSA 2001).....	46
Tabela 3 - Desempenho produtivo de bovinos confinados com dietas contendo diferentes grãos de oleaginosas.....	49
Tabela 4 - Efeito de tratamento na composição centesimal, marmoreio e colesterol da carne de bovinos alimentados com grãos de oleaginosas.....	49



## SUMÁRIO

	Pág
1. Introdução	1
2. Objetivo geral	3
2.1. Objetivos específicos	3
3. Revisão bibliográfica	4
3.1. Lipídios na alimentação de ruminantes	5
3.2. Metabolismo de gordura em ruminantes	6
3.3. Papel da gordura na composição de carcaça e qualidade da carne	11
3.4. Qualidade da carne bovina	12
4. Referências	16
Capítulo I - Qualidade da carne de bovinos alimentados com diferentes grãos de oleaginosas: aspectos físico-químicos e sensoriais	20
Resumo	20
Abstract	21
1 Introdução	22
2 Material e métodos	22
2.1. Animais e dieta	22
2.2. Análises físico-químicas	23
2.2.1 Colágeno	24
2.2.2 pH e Cor objetiva	25
2.2.3 Força de cisalhamento e perdas de líquidos por cocção e esxudação	26
2.2.4 Comprimento de sarcômero	27
2.2.5 Índice de fragmentação miofibrilar	27
2.3 Análise sensorial	28
2.4 Análise estatística	29
3 Resultados	30
4 Discussão	33
5 Conclusão	38
6 Agradecimentos	39
7 Referências	39
Capítulo II - Composição lipídica da carne e da gordura subcutânea de bovinos alimentados com grãos de oleaginosas	42
Resumo	42
Abstract	43
1 Introdução	44
2 Material e métodos	44
2.1. Animais e dieta	44
2.2 Avaliação quantitativa da carcaça	45
2.3 Gordura intramuscular – Marmoreio	46
2.4 Composição centesimal	46
2.5 Colesterol	46
2.6 Perfil de ácidos graxos	47
2.7 Análise estatística	48
3 Resultados	49
4 Discussão	50
5 Conclusão	52
6 Agradecimentos	52
7 Referências	52
5. Considerações finais	54

## 1 Introdução

O Brasil possui o segundo maior rebanho mundial de bovinos (214,9 milhões de cabeças), atrás apenas da Índia, o maior produtor mundial de carne bovina é os Estados Unidos, seguido pelo Brasil que detêm 15,4% da produção global (IBGE, 2018), com capacidade de abate de 200 mil bovinos por dia (Embrapa, 2017).

Dentre os Estados brasileiros, os da região Centro-Oeste lideraram o plantel de bovinos, com 34,4% do total. Esta posição é favorecida pela disponibilidade de áreas propícias à bovinocultura de corte, proximidade de grandes centros de produção de grãos e agroindústrias (favorece sistema a pasto e confinamento) e frigoríficos, facilitando o escoamento da produção de carne (IBGE, 2018). De toda a carne bovina produzida no Brasil, 80% permanece no mercado interno, com um consumo médio de 42 kg/habitante/ano (CNA, 2018), o que representa 35% do total das carnes consumidas pelos brasileiros anualmente.

Desta maneira, a carne bovina é uma das principais fontes de proteína animal da dieta do brasileiro, porém tem sido associada ao aparecimento de problemas como doenças cardiovasculares, câncer e obesidade. Isto porque em sua composição lipídica, apresenta maiores concentrações de ácidos graxos saturados (AGS) e menores de mono (AGMI) e poliinsaturados (AGPI) em comparação à gordura da carne de não-ruminantes. Por outro lado, contém ácido linoleico conjugado (CLA), que apresenta funções como atividade anticarcinogênica, combate a diabetes e aterosclerose (Lopes et al., 2012). Embora, sob o aspecto nutricional, haja controvérsias e pontos negativos associados a gordura entremeada na carne, esta possui estreita relação com a qualidade da carne, por influenciar a suculência, aroma e sabor (Scollan et al., 2006), pontos impactantes na satisfação dos consumidores.

Com o objetivo de melhorar a saúde humana sem perder a qualidade, a nutrição animal é a principal rota para o aumento do teor de ácidos graxos benéficos na carne. Abordagens genéticas e nutricionais têm sido amplamente estudados em relação à composição de ácidos graxos da carne bovina, embora se reconheça que os fatores genéticos geralmente atribuem diferenças menores do que os fatores dietéticos (Scollan et al., 2006).

Os lipídios podem ser considerados nutrientes fundamentais e importantes componentes do sistema de produção de carne, pois a eficiência da produção, a precocidade, o acabamento da carcaça, os rendimentos de cortes, a maciez e a suculência do produto e estão relacionados à quantidade e ao local de deposição de gordura (Berndt et al., 2002). A influência da alimentação na maciez da carne está associada principalmente com o grau de acabamento (espessura de gordura subcutânea) e com o teor de gordura intramuscular na carcaça (Alves et al., 2005).

35           O uso de sementes de oleaginosas em dietas de bovinos pode alterar a composição de  
36 lipídios da carcaça e da carne, permitindo manipular a composição da fração gordurosa e  
37 qualidade nutricional desses produtos (French et al., 2000). Desta maneira, a adição de  
38 diferentes grãos de oleaginosas na dieta de bovinos pode ser uma alternativa para melhoria da  
39 carne e como consequência melhoria na saúde.

40           2 Objetivo geral

41           Avaliar a influência do uso de grãos de oleaginosas na dieta de bovinos sobre parâmetros  
42 físico-químicos e sensoriais da carne.

43

44           2.1 Objetivos específicos

45           a) Verificar se há alteração na composição química da carne e da gordura subcutânea de  
46 animais alimentados com grãos de oleaginosas;

47           b) Verificar alterações nas características qualitativas de cor, perdas de líquidos por cocção  
48 e exsudação, e maciez da carne;

49           c) Avaliar se a inclusão de oleaginosas na dieta de bovinos pode causar alterações nos  
50 níveis de colesterol e na composição de ácidos graxos da carne e da gordura subcutânea;

51           d) Verificar a percepção e aceitação dos consumidores quanto a qualidade da carne de  
52 animais alimentados com grãos de oleaginosas;

53           e) Avaliar a interação entre tempo de maturação aspectos qualitativos como maciez, pH e  
54 cor, comprimento de sarcômeros e índice de fragmentação miofibrilar da carne.

### 55 3 Revisão bibliográfica

56 As exigências dos mercados consumidores por qualidade e sustentabilidade da produção  
57 de carne têm aumentado constantemente, reforçando a necessidade de melhor uso da terra e  
58 também dos subprodutos agroindustriais, uma vez que utilizados na alimentação animal,  
59 reduzem possíveis impactos ambientais pelo seu descarte inadequado e ainda podem permitir  
60 melhoras no desempenho, custo e qualidade da produção animal (Kazama et al., 2008).

61 Nas últimas quatro décadas a produtividade aumentou baseado em ganho de peso,  
62 diminuição da mortalidade, aumento da taxa de natalidade e diminuição da idade ao abate, todos  
63 esses ganhos foram possíveis devido à adoção de tecnologias em alimentação, genética manejo  
64 e saúde animal (Kazama et al., 2008). Na alimentação do rebanho houve grandes avanços no  
65 melhoramento das pastagens, suplementação e tecnologias de terminação intensiva para  
66 melhorar produtividade e diminuir a idade ao abate, os quais a qualidade da carne está  
67 fortemente ligada (Embrapa, 2017).

68 A carne é considerada altamente nutritiva, fonte de proteínas, vitaminas A, B6 e B12, D,  
69 E, ferro, zinco, selênio. Recomenda-se que a quantidade de gordura total, ácidos graxos  
70 saturados, monoinsaturados, poli-insaturados e trans devem contribuir com 15-30%, 10%, 5-  
71 8%, 1-2% e 1% da ingestão total de energia, respectivamente, sendo que a proporção  
72 recomendada de ácidos graxos poli-insaturados: saturados é de 0:4 e a carne bovina,  
73 naturalmente, possui 0:1. A redução do consumo de ácidos graxos saturados, que são  
74 conhecidos por aumentar a lipoproteína de baixa densidade (LDL-colesterol) e o aumento da  
75 ingestão de poli-insaturados, reduz o risco de doenças cardiovasculares, câncer e obesidade  
76 (Scollan et al., 2006; Wood et al., 2003).

77 Problemas de saúde relacionados ao aumento da concentração plasmática das  
78 lipoproteínas de baixa densidade (LDL-colesterol) podem estar relacionados aos ácidos  
79 mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) que são considerados aterogênicos, no entanto, é pequena  
80 a quantidade desses ácidos graxos na carne (Kazama et al., 2008; Gomide et al., 2013). O ácido  
81 linoléico conjugado (CLA) pode reduzir a fração de LDL-colesterol no sangue, evitando a  
82 obstrução das artérias e prevenindo obesidade e diabetes (Gomide et al., 2013). O CLA é a  
83 exceção entre as substâncias naturais com atividade anticarcinogênica, pois a maioria é  
84 originada por plantas, atribuindo assim à carne vermelha conceito saudável (Kazama et al.,  
85 2008).

86

87

88

### 89 3.1 Lipídios na alimentação de ruminantes

90 A produção de carne depende do processo de crescimento do animal, uma vez que a esta  
91 resulta do crescimento dos tecidos corporais. A composição tecidual é influenciada por vários  
92 fatores e um deles é a nutrição, diretamente relacionada à quantidade e qualidade dos nutrientes  
93 ingeridos, impactando diretamente no rendimento da carcaça e de seus cortes e na proporção  
94 dos tecidos da carcaça (Cunha et al., 2008).

95 A adição de lipídios na dieta se torna alternativa para a nutrição de animais confinados, pois  
96 promove aumento da densidade energética das mesmas. As principais fontes de ácidos graxos  
97 nas rações são óleos vegetais e grãos de oleaginosas, algas e suplementos de gordura (gordura  
98 protegida). Além disso, os lipídios são utilizados em rações por aumentarem a capacidade de  
99 absorção de vitaminas lipossolúveis, fornecerem ácidos graxos essenciais e atuarem como  
100 precursores de diferentes metabólitos. No entanto, a inclusão de ácidos graxos deve ser limitada  
101 para que a atividade no rúmen não seja prejudicada (Scollan et al., 2006; Bassi et al., 2012).

102 Recomenda-se que o teor de lipídios não ultrapasse 6 a 7% da MS da dieta, pois podem  
103 diminuir a digestibilidade da fibra, e conseqüentemente o consumo (Machado et al., 2011). O  
104 excesso de ácidos graxos insaturados e triglicérides pode causar queda na digestibilidade e  
105 aproveitamento dos nutrientes devido à alteração na fermentação ruminal causado pela  
106 supressão das atividades de bactérias celulolíticas e metanogênicas (Bassi et al., 2012). Os  
107 ácidos graxos insaturados podem se incorporar aos lipídios de membrana das bactérias,  
108 causando efeito tóxico as mesmas e também podem recobrir as partículas dos alimentos,  
109 atuando como barreira física, dificultando a aderência, colonização e degradação realizada  
110 pelos microrganismos ruminais (Kozloski, 2011).

111 A inclusão de oleaginosas como caroço de algodão, soja e girassol na dieta de ruminantes  
112 confinados diminui o teor de amido das mesmas e assim colabora com a melhora do ambiente  
113 ruminal, auxiliando no melhor desempenho dos animais (Machado Neto et al., 2012).

114 O caroço de algodão é uma alternativa para o uso na alimentação de ruminantes, por ser  
115 um alimento com proteína de alto valor biológico e alto teor de energia, facilitando a formulação  
116 de dietas de custo mínimo, além de produzir carne com perfil lipídico mais insaturado (Cunha  
117 et al., 2008). Além disso, é uma excelente opção por aliar alta energia e alta proteína, contendo  
118 20-23% de gordura. Todavia contém um fator antinutricional, o gossipol que é um polifenol  
119 presente nas sementes de algodão, que em sua forma livre se liga a minerais e aminoácidos  
120 tornando-se tóxico (Gomes et al., 2016), os valores médios encontrados ficam entre 1,3 – 1,4%  
121 da MS, para seu uso deve-se respeitar o limite de 0,5-1,0 g/ kg da MS da dieta. Possui proteína  
122 de alta degradabilidade ruminal (72-77%) e com bom valor biológico. O caroço de algodão sem

123 línter tem 5 a 10% menos fibra (Medeiros et al., 2015) e rico em fibra em detergente neutro  
124 efetiva (Pessoa, 2014).

125 A soja em grão, da mesma maneira que o caroço de algodão, também alia alta proteína  
126 com alta energia, tem alta degradabilidade proteica (75-80%), e valor biológico melhor do que  
127 o caroço de algodão. No entanto, é preciso cuidado durante o processo de tostagem dos grãos  
128 para não prejudicar a biodisponibilidade de aminoácidos, já que estes fazem da soja o alimento  
129 proteico vegetal mais adequado para a alimentação animal (Medeiros et al., 2015; Pessoa,  
130 2014).

131 O grão de girassol, por sua vez, pode ser utilizado na alimentação animal são ricos em  
132 óleo e este é bastante apreciado para alimentação humana, por ser rico em proteína e óleo  
133 (Pessoa, 2014).

134 Conhecendo-se a possibilidade da inclusão de fontes de oleaginosas na dieta de  
135 ruminantes para aumento produtivo e da viabilidade econômica da atividade, deve-se entender  
136 também a maneira como são metabolizados no organismo destes animais e de que maneira  
137 podem influenciar a composição e a qualidade da carne.

138

### 139 3.2 Metabolismo de lipídios em ruminantes

140 Os lipídios são biomoléculas orgânicas, cujos compostos principais são carbono e  
141 hidrogênio, insolúveis em água, que possui importantes funções biológicas como elemento  
142 estrutural (componente das membranas), fonte e armazenamento energético (9 kcal/g), isolante  
143 térmico, biocatalisadores entre outros (Gomide et al., 2013; Lehninger et al., 1995; Hill, 2015).

144 Os ácidos graxos são hidrocarbonetos construídos em uma cadeia de átomos de carbono,  
145 estes são componentes que muitos lipídios têm em comum, os triacilgliceróis (triglicerídeos)  
146 conhecidos como gorduras e óleos consistem em três moléculas de ácidos graxos livres ligados  
147 (esterificados) a uma molécula de glicerol (Hill, 2015).

148 Os lipídios presentes nas forrageiras são representados principalmente por galactolipídios  
149 e fosfolipídios, enquanto a gordura animal e aquelas presentes nos grãos de cereais e  
150 oleaginosas são basicamente triglicerídeos (Kozloski, 2011).

151 O processo de digestão inicia-se pela mastigação onde ocorre a quebra física de partículas  
152 alimentares e moléculas em subunidades disponíveis para absorção, a diminuição do tamanho  
153 das partículas permite ao alimento fluir através do tubo digestivo relativamente estreito e  
154 também aumenta a área exposta às ações de enzimas digestivas (Cunningham, 1993).

155 Grande parte dos lipídios dietéticos presentes no rúmen é hidrolisada pela ação dos  
156 microrganismos, tendo como produtos ácidos graxos e glicerol (ou ácidos graxos e galactose).

157 Parte do glicerol resultante da hidrólise dos lipídios dará origem ao ácido propiônico, ou  
158 propionato (Pessoa, 2014).

159 Quando os triglicerídeos entram no rúmen são rapidamente hidrolisados a ácidos graxos  
160 e glicerol, o glicerol é usado como fonte de energia pelas bactérias ruminais e os ácidos graxos  
161 são biohidrogenados, que consiste na adição de moléculas de hidrogênio nas ligações  
162 insaturadas (tornando-as saturadas), ou neutralizados na forma de sabões de cálcio. A inclusão  
163 de lipídios na dieta na forma de sementes ou de gordura protegida previnem parcialmente os  
164 processos de biohidrogenação, aumentando passagem de ácidos graxos insaturados para o  
165 duodeno (Fiorentini et al., 2015; Pessoa, 2014).

166 Enquanto os lipídios sofrem o processo de hidrólise ruminal, o ruminante secreta a bile e  
167 a lipase pancreática para promoção da hidrólise e absorção dos triglicerídeos no intestino  
168 delgado. Considera-se que níveis superiores a 6,0% de extrato etéreo na dieta dos ruminantes  
169 resultem em efeitos tóxicos do ácido graxo sobre os microrganismos e o efeito físico pelo  
170 recobrimento das partículas alimentares com gordura (Pessoa, 2014).

171 Os lipídios da dieta são digeridos e absorvidos no intestino delgado, onde ocorrem a  
172 emulsificação e hidrólise dos triglicerídeos. A emulsificação das gorduras se dá pela ação da  
173 bile que age como um detergente ao reduzir a tensão superficial existente entre as moléculas  
174 lipídicas, promovendo a formação de gotículas que aumenta a superfície total de exposição dos  
175 lipídios, favorecendo a ação das enzimas lipolíticas, ou seja, as lipases (Pessoa, 2014).

176 A maior parte dos ácidos graxos das forrageiras e óleos vegetais são insaturados (mais de  
177 70%) representados principalmente por ácido graxo linoleico e linolênico (Kozloski, 2011). A  
178 biohidrogenação das duplas ligações é extensa e, em geral, apenas 10-35% dos ácidos graxos  
179 insaturados escapam da biohidrogenação (Medeiros et al., 2015). Vários fatores dietéticos  
180 podem afetar a biohidrogenação, dentre eles a quantidade de concentrado na dieta que ao  
181 aumentar diminui as taxas de lipólise e de biohidrogenação, modifica o perfil dos intermediários  
182 e aumenta a proporção de ácidos graxos saturados do grupo trans-10, devido à queda do pH e  
183 a composição das espécies das bactérias ruminais (Kozloski, 2011).

184 Ao longo do processo de biohidrogenação os ácidos graxos linoleico (18:2) e linolênico  
185 (18:3) são convertidos à ácido graxo esteárico (18:0). Durante esse processo também são  
186 formados outros ácidos graxos intermediários, o ácido linoleico conjugado (CLA) é um deles,  
187 este de suma importância em processos fisiológicos como efeito anticarcinogênico,  
188 antiteranogênico, imunoestimulatória (Kozloski, 2011).

189 Após a saída do rúmen os lipídios são absorvidos gradualmente à medida que passa pelo  
190 trato intestinal: 5% no duodeno, 20% no jejuno superior, 25% no jejuno médio e inferior e 50%



191 no íleo (Bauchart, 1993), depois de absorvidos no intestino delgado, os ácidos graxos são  
192 transportados aos tecidos pelas lipoproteínas do plasma sanguíneo, que são macromoléculas  
193 solúveis nos fluidos do sistema vascular (Palmquist e Mattos, 2006). Além de transportar ácidos  
194 graxos, as lipoproteínas também carregam o colesterol que em ruminantes, é formado  
195 principalmente no intestino delgado e nas células adiposas (Kozloski, 2011).

196 No trato gastrintestinal à medida que os ácidos graxos são produzidos, são solubilizados  
197 pela combinação com os sais biliares para produzir as micelas que mantêm seus constituintes  
198 lipídicos em solução pelo efeito emulsificante dos sais biliares anfipáticos, no entanto estas não  
199 são absorvidas, as micelas se aproximam da membrana apical das células epiteliais intestinais,  
200 os ácidos graxos e outras moléculas dissociam-se delas e movem-se através das membranas por  
201 difusão simples (Hill, 2015). Células epiteliais intestinais usam os produtos dessa digestão para  
202 sintetizar triacilgliceróis, fosfolipídios e ésteres de colesterol. Esses lipídios combinados com  
203 proteínas formam os quilomícrons que emulsificam os lipídios e os transportam para o sangue.  
204 A absorção dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) produzidos pela fermentação microbiana  
205 são solúveis tanto em água quanto em lipídios e tendem a ser absorvidos no local onde são  
206 produzidos no trato gastrintestinal (Hill, 2015). O colesterol é absorvido apenas na forma livre,  
207 que é reesterificado após a sua absorção, voltando a ésteres de colesterol (Medeiros et al., 2015).  
208 A natureza da gordura irá interferir no processo de absorção, ácidos graxos de cadeia longa são  
209 menos absorvidos, ao passo que quanto mais insaturado maior a digestibilidade da gordura  
210 (Pessoa, 2014).

211 Os ácidos graxos podem ser depositados intactos ou sofrerem alterações pelos processos  
212 de dessaturação e alongamento da cadeia carbônica. As elongases adicionam dois átomos de  
213 carbono à cadeia, e as dessaturases oxidam dois carbonos da cadeia, originando uma dupla  
214 ligação. Nos ruminantes, a formação do ácido linoleico conjugado nos tecidos é realizada pela  
215 atuação da enzima  $\Delta=$  Delta-9; outras dessaturases, como as  $\Delta=$  Delta-5 e  $\Delta=$ Delta-6, participam  
216 dos processos de dessaturação da cadeia para a formação de ácidos graxos de cadeia longa,  
217 dentre eles os da família  $\omega$ 3 e  $\omega$ 6 (Kozloski, 2011).

218 Em ruminantes de corte, a síntese de ácidos graxos ocorre principalmente no tecido  
219 adiposo (90%), diferentemente dos não-ruminantes, onde o fígado é o grande responsável  
220 (Polizel Neto et al., 2008; Kozloski, 2011). O principal precursor da síntese de ácidos graxos a  
221 serem depositados nos ruminantes é o acetato. Para que seja incorporado aos ácidos graxos,  
222 deve ser convertido em acetil-CoA pela ação da *acetil-CoA sintetase*, que apresenta baixa  
223 atividade no fígado dos ruminantes, sendo o tecido adiposo o maior responsável pela conversão  
224 de acetato em acetil-CoA, e, por consequência, o maior sintetizador de ácidos graxos em

225 ruminantes (Polizel Neto et al., 2008). Cerca de um terço do acetato absorvido é armazenado  
226 como triglicérido (Kozloski, 2011) e o restante é utilizado como fonte de energia (Teixeira,  
227 1997).

228 Para a síntese de ácidos graxos de cadeia longa é necessário a conversão de acetato em  
229 acetil-CoA, que depende da disponibilidade de NADPH. Nos ruminantes a fonte de NADPH é  
230 derivado da atividade de uma isocitrato desidrogenase citoplasmática dependente de NADP<sup>+</sup>.  
231 O acetato entra na mitocôndria e origina acetil-SCoA, para formar o citrato ou isocitrato, este é  
232 oxidado à  $\alpha$ -cetoglutarato e transaminado com aspartato formando glutamato e oxalacetato. O  
233 oxalacetato é reduzido à malato pela ação da malato desidrogenase dependente de NAD<sup>+</sup>. O  
234 NADH necessário é oriundo principalmente da oxidação de lactato proveniente do trato  
235 gastrintestinal e que não foi captado pelo fígado, esta enzima é bastante ativa no tecido adiposo  
236 dos ruminantes (Kozloski, 2011).

237 Os teores de lipídios nas dietas de ruminantes geralmente são muito baixos,  
238 aproximadamente 4%, em função disso a concentração sanguínea de triglicéridos é cerca de  
239 cinco vezes menos que em monogástricos (50 a 200mg/l vs. 900 a 1200mg/l de sangue). No  
240 tecido adiposo e no musculo a insulina estimula a atividade lipoproteína lipase (LPL) a qual  
241 está ancorada na superfície do endotélio capilar. As lipoproteínas de muito baixa densidade  
242 (VLDL) ao passarem pelos capilares hidrolisam rapidamente os triglicéridos, liberando  
243 monoglicéridos e ácidos graxos livres, uma parte deles entra na circulação e saem do tecido  
244 como ácidos graxos não esterificados (AGNE), no tecido adiposo são principalmente  
245 reconvertidos a triglicéridos, enquanto no tecido muscular são oxidados para produção de ATP  
246 (Kozloski, 2011).

247 Os depósitos de gordura distribuem-se por todo o corpo, sendo seu acúmulo dependente  
248 do sexo, idade, localização e nutrição do animal. Na carcaça está distribuído de três formas, a  
249 maior quantidade armazenada debaixo da pele (gordura de cobertura) e em pequenas  
250 quantidades gordura intermuscular e intramuscular (marmoreio). Os demais de lipídios estão  
251 presentes na medula óssea e cavidade visceral (Gomide et al., 2013). A deposição de gordura  
252 pode ser caracterizada pelo acréscimo contínuo de lipídios, principalmente na forma de  
253 triacilgliceróis, e pela diferenciação e hipertrofia dos adipócitos. O nível de ingestão de  
254 alimentos e a composição dos alimentos regula a taxa de crescimento de tecido adiposo e a  
255 composição de lipídios (Numberg et al., 1998).

256 A melhora da eficiência energética de ruminantes com o aumento da quantidade lipídios  
257 até o limite recomendado de inclusão ocorre, pois o uso pelo animal de ácidos graxos pré-  
258 formados dispensa a síntese de novo a partir do acetato e, conseqüentemente, evita a parte do

259 incremento calórico (perda de energia como calor) associado a esta rota metabólica. Além disso,  
260 a geração de energia por oxidação de ácidos graxos de cadeia longa é cerca de 10% mais  
261 eficiente que a oxidação de acetato, melhorando assim a conversão alimentar. O perfil altamente  
262 insaturado, mais deletério, pode ser aliviado pelo fornecimento dos grãos inteiros de  
263 oleaginosas, uma vez que o óleo fica, em parte, isolado do ambiente ruminal. A extensão da  
264 proteção depende da taxa de digestão ruminal, taxa de passagem, grau de processamento antes  
265 do fornecimento e depois da mastigação (Medeiros et al., 2015).

266 Após a biohidrogenação ruminal dos ácidos insaturados 18:1 e 18:2 o ácido graxo  
267 esteárico que era pouco mais de 2% na dieta passou a ser mais de 50% dos ácidos graxos que  
268 chegam ao duodeno, porém o ácido graxo oleico é mais significativo na deposição dos ácidos  
269 graxos na gordura intramuscular (marmoreio). Portanto, na manipulação da composição de  
270 ácidos graxos em bovinos, leva-se em conta a biohidrogenação e os mecanismos fisiológicos,  
271 na absorção a maior parte dos ácidos graxos insaturados (AGI) são esterificados com ésteres de  
272 colesterol e fosfolipídios e não ficam disponíveis para o tecido adiposo, os AGI que são  
273 depositados vão preferencialmente para as membranas celulares, pois os ácidos graxos do  
274 tecido adiposo são mobilizados todas as vezes que o animal fica em balanço energético  
275 negativo, sendo uma estratégia de preservação de ácidos graxos essenciais (Medeiros et al.,  
276 2015).

277 Um dos fatores pós-absortivos mais importantes seria a produção de ácidos graxos no  
278 tecido adiposo a partir de acetato e butirato decorrentes da fermentação ruminal, a chamada  
279 síntese de novo. A prova de que a síntese de novo no tecido adiposo de bovinos é determinante  
280 na composição lipídica, advém do fato de que o perfil de ácidos graxos recém-produzidos em  
281 incubações de curto período de tecido adiposo ser semelhante ao perfil do tecido adiposo em  
282 dietas usuais de ruminantes, com baixos teores de gordura (~3% MS). Na síntese de novo no  
283 tecido adiposo, o palmítico (C16:0) é sintetizado, podendo ser alongado a esteárico (C18:0) e,  
284 este, dessaturado a oleico (C18:1). A  $\Delta$ = Delta-9 está presente nos tecidos animais e sua ação  
285 explica porque o oleico é o principal ácido graxo da gordura intramuscular (Medeiros et al.,  
286 2015).

287 O perfil e a disponibilidade dos ácidos graxos de cada fonte influenciam no metabolismo  
288 da gordura no rúmen e, portanto, alterações no consumo, digestibilidade, desempenho e perfil  
289 de ácidos graxos depositados nos tecidos dependerão da fonte fornecida (Fiorentini et al., 2015),  
290 podendo impactar na qualidade e valor nutricional da carne como alimento.

291

292

### 293 3.3 Papel da gordura na composição de carcaça e qualidade da carne

294 A carcaça é constituída por músculos, gordura e ossos, dessa forma sua composição é  
295 influenciada por fatores como: genética, sexo, idade e condições de manejo (Gomide et al.,  
296 2013). A composição da carcaça tem impacto direto na qualidade da carne, pois a medida que  
297 o animal cresce, são alteradas também as proporções dos tecidos que a compõem e,  
298 consequentemente, a composição química do tecido muscular (Gomide et al., 2013).

299 Em termos gerais, a carne possui 65 a 80% de água, 16 a 22% de proteínas, 1,5 a 13% de  
300 gordura, 0,5 a 1,5% de carboidratos e 1% de minerais. Os músculos crescem paralelamente ao  
301 acréscimo de água e proteína no corpo, enquanto os lipídios estão relacionados com o  
302 crescimento dos tecidos e deposição de gordura (Gomide et al., 2013).

303 Os depósitos de gordura na carcaça ocorrem principalmente na região subcutânea,  
304 intermuscular e intramuscular. A gordura subcutânea é depositada na região da hipoderme, a  
305 gordura intermuscular se deposita junto ao epimísio e a gordura intramuscular é depositada  
306 junto ao perimísio, próxima aos vasos sanguíneos. A gordura subcutânea é de grande  
307 importância econômica pois é fundamental para proteção das carcaças após o abate para evitar  
308 o fenômeno *cold shortening*, ocasionado pelo abaixamento rápido da temperatura dos músculos,  
309 na fase que antecede o rigor mortis, podendo provocar o endurecimento da carne pelo  
310 encurtamento do sarcômeros. Por esta razão, a gordura subcutânea na carcaça, serve como uma  
311 proteção, impedindo a queda brusca da temperatura e evitando o endurecimento da carne  
312 durante o resfriamento (Gomide et al., 2013).

313 O marmoreio, por sua vez, está associado a suculência, maciez e sabor da carne, sendo  
314 assim, tem grande importância e aceitação geral da carne pelos consumidores. Sua ação parece  
315 estar fundamentada no papel dos lipídios como “lubrificantes” durante a mastigação,  
316 determinando a suculência da carne e conferindo sensação aparente de maciez. A suculência  
317 está diretamente relacionada com o conteúdo lipídico e umidade da carne, e o sabor  
318 desempenham importante papel na palatabilidade, estimulando a salivação e conferindo a  
319 sensação de maior suculência e maciez, assim na análise sensorial uma carne com bom grau de  
320 marmoreio tende a conferir maiores notas no atributo maciez (Ramos e Gomide, 2007).

321 As maiores alterações na porcentagem de gordura intramuscular ocorrem devido ao tipo  
322 de terminação adotado. Segundo Alves et al. (2005) animais terminados com dietas ricas em  
323 grãos apresentam mais gordura de marmoreio que animais terminados com dietas à base de  
324 forragens, essa maior quantidade de gordura intramuscular contribui para a conferência de carne  
325 mais macia e suculenta ao paladar. Em trabalho realizado por Fiorentini et al. (2012), novilhas  
326 confinadas que receberam gordura protegida e óleo de soja apresentaram carne com melhor

327 textura e aceitação global do que aquelas alimentados com soja grão. Este tratamento, por outro  
328 lado, proporcionou maior deposição de ácido linoleico e linolênico, considerados de grande  
329 importância na saúde humana.

330 Desta maneira, a inclusão de fontes lipídicas nas dietas de ruminantes não somente  
331 aumenta a quantidade de gordura depositada como também pode modificar o perfil de ácidos  
332 graxos. Esta é uma vertente importante nos estudos sobre melhoria da qualidade nutricional da  
333 carne, pois segundo Oliveira et al. (2011), 70% dos ácidos graxos presentes na carne apresentam  
334 efeitos neutros sobre as concentrações plasmáticas de LDL (principalmente ácido esteárico) ou  
335 podem melhorar a saúde humana (principalmente ácido oleico). Sendo assim, dietas que sejam  
336 capazes de melhorar a composição lipídica da carne devem ser preconizadas, principalmente  
337 para aumento das relações poli-insaturados/saturados (AGPI/AGS) e menores para índices de  
338 aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT), diminuindo o risco de incidência de doenças  
339 cardiovasculares para os consumidores.

340 Embora os lipídios estejam associados às principais características sensoriais da carne,  
341 outros pontos relevantes devem ser avaliados quando se pretende produzir carnes com boa  
342 aceitação dos consumidores, dentre eles variáveis relacionadas a cor, maciez e perda de  
343 líquidos.

344

#### 345 3.4 Qualidade da carne bovina

346 A avaliação da qualidade da carne bovina pelos consumidores inicialmente se dá pela cor  
347 da carne e da gordura, seguidas por aspectos como textura, palatabilidade, perda de líquidos no  
348 descongelamento e na cocção e, o mais importante aspecto qualitativo da carne bovina, a maciez  
349 (Fernandes et al., 2009; Luchiari Filho, 2000). Aspectos qualitativos tem se popularizado  
350 entre os consumidores, que buscam informações sobre maciez, maturação, marmoreio,  
351 composição de ácidos graxos, aspectos ambientais e humanitários aos quais os animais foram  
352 submetidos (Polizel Neto et al., 2008).

353 A avaliação da cor da carne é a primeira característica a ser analisada pelo consumidor  
354 no momento da compra, por isso é um fator importante em termos de comercialização e  
355 consumo, pois é ela quem desperta o desejo de consumir ou rejeitar o produto, além de ser  
356 indicativo da idade do animal, grau de atividade muscular e correlaciona frescor da carne  
357 (Ramos e Gomide, 2007).

358 A medida objetiva da cor pode ser usada como suporte de avaliações visuais descritivas  
359 como base de aceitação ou rejeição do produto, pode ser utilizada para avaliar a deterioração  
360 da cor durante um período ou tratamento ou para estimar o estado químico da mioglobina e

361 seus derivados. A estrutura física, a concentração de mioglobina e hemoglobina e estado  
362 químico desses pigmentos são fatores que podem variar com o tipo de musculo e espécie  
363 animal, resultando em alterações na coloração da carne (Ramos e Gomide, 2007). O espectro  
364 de absorção e reflexão da luz da mioglobina depende da forma química do grupo heme, podendo  
365 ser encontrado na carne fresca sob três formas básicas: deoximioglobina (coloração vermelho  
366 purpura), oximioglobina (coloração vermelho vibrante) e metamioglobina (coloração marrom).  
367 A cor vermelho purpura é encontrada no interior dos cortes cárneos, logo quando a carne é  
368 exposta ao oxigênio o pigmento mioglobina se oxigena e se converte em oximioglobina,  
369 demonstrando a cor vermelho brilhante (aquela que o consumidor considera ideal para carne  
370 fresca), no entanto quando a carne é submetida a pH baixo; aumento de temperatura ou sal, o  
371 pigmento mioglobina oxida transformando a cor da carne em marrom (metamioglogina).

372 A textura e a maciez são os atributos importantes para determinar a aceitabilidade e  
373 satisfação do consumidor ao provar a carne. A textura é a manifestação sensorial da sua  
374 estrutura e a maneira com que essa reage à força aplicada durante a mastigação e outras  
375 sensações durante a degustação. A maciez é um atributo da textura e pode ser medida por  
376 métodos objetivo ou subjetivo (Gomide et al. 2013). O método objetivo utiliza equipamento,  
377 como o texturômetro, que mede a força necessária para o cisalhamento de uma seção transversal  
378 de carne. Quanto maior a força dispensada, menor é a maciez apresentada pelo corte (Alves et  
379 al. 2005). O método subjetivo utiliza avaliações por painel sensorial, em que um grupo de  
380 pessoas treinadas classifica a carne em relação à maciez após ter provado as amostras. (Alves  
381 et al. 2005; Gomide et al. 2013). A maciez da carne é afetada pelo teor e estruturação do tecido  
382 conectivo e também pela compactação dos sarcômeros (Gomide et al. 2013), segundo Alves et  
383 al. (2005) a maciez pode ser influenciada por: genética, raça, idade ao abate, sexo, alimentação  
384 e tratamentos post-mortem como a maturação.

385 Maturação é processo de amaciamento da carne que ocorre durante a estocagem  
386 refrigerada e consiste na proteólise dos componentes estruturais das miofibrilas. As enzimas  
387 proteolíticas atuam promovendo algumas alterações no tecido muscular, como a degradação  
388 e/ou enfraquecimento gradual da linha Z, que conduz à degradação das miofibrilas; ao  
389 desaparecimento da troponina T; à degradação da desmina e nebulina e provavelmente da titina  
390 (proteínas estruturais do tecido muscular), ocasionando assim o amaciamento da carne  
391 gradativamente (Alves et al., 2005), neste aspecto, alguns fatores inerentes ao animal como a  
392 genética, podem alterar a taxa de amaciamento durante o armazenamento, onde carne de  
393 animais com 75% de sangue zebuino, após dez dias de maturação, apresentaram força de  
394 cisalhamento semelhante ao da carne de animais Angus não maturadas.

395 A eficácia da maturação no amaciamento dos músculos supraspinatus e longissimus foi  
396 testada por Ribeiro et al. (2002) avaliando três tempos de maturação (zero, sete e 14 dias). Os  
397 bifos maturados por 14 dias foram mais macios que aqueles maturados por sete e zero dias,  
398 respectivamente, mostrando assim a eficiência do método de maturação no aumento da maciez.  
399 Os autores ainda concluíram que o músculo *supraspinatus*, comercialmente chamado de  
400 peixinho e localizado no quarto dianteiro, foi mais macio que o longissimus, de mostrando  
401 diferenças de maciez em diferentes músculos da carcaça e a importância da maturação como  
402 método para valorização de cortes com menor valor agregado.

403 As perdas de líquidos pelas carnes está ligada a capacidade de retenção de água (CRA) e,  
404 do ponto de vista sensorial, responde pela impressão inicial e pouco duradoura da suculência  
405 de carnes. Na indústria, uma baixa CRA significa perdas econômicas proveniente maior perda  
406 de água e um menor rendimento tecnológico. Perdas na CRA tornam a carne menos macia,  
407 devido a redução da água intramuscular, com conseqüente aumento da resistência das fibras.  
408 Temperaturas em torno de 50 e 60°C desnaturam progressivamente as proteínas miofibrilares,  
409 provocando a queda da CRA e conseqüentemente a redução da suculência percebida na  
410 mastigação, além disso essa desnaturação torna menos solúveis as proteínas miofibrilares  
411 causando o encurtamento de sarcômeros que está associado a dureza da carne (Ramos e  
412 Gomide, 2007).

413 O colágeno são moléculas de proteínas que possuem uma estrutura básica de três cadeias  
414 polipeptídicas formando hélices triplas ligadas firmemente (Bailey, 1989). No músculo, o  
415 colágeno apresenta-se de três formas: epimísio, feixe de fibras espessas que envolvem e  
416 separam os músculos; perimísio, composto de bainhas de fibras de colágeno que envolvem e  
417 separam grandes e pequenos feixes de fibras musculares e endomísio, camada de tecido  
418 conectivo que envolve individualmente as fibras musculares (McCormick, 1994). Em  
419 temperaturas de 60 a 65°C o tecido conjuntivo começa a encolher, resultando em maior perda  
420 de líquidos e conseqüentemente aumento no valor de cisalhamento, o grau desse encolhimento  
421 varia de acordo com a estabilidade térmica do perimísio, que é determinada pela natureza das  
422 ligações cruzadas do colágeno e também pela idade do animal, quanto mais velho maior a  
423 proporção de ligações cruzadas estáveis ao calor e maior a tensão gerada, a contribuição do  
424 endomísio é pequena em comparação ao papel das fibras perimisiais. (Bailey, 1989). Durante  
425 a maturação o tecido conectivo sofre ação das catepsinas que atuam na degradação do colágeno  
426 insolúvel e o fragmenta em colágeno solúvel, sua solubilidade aumenta gradualmente até o 28°  
427 dia de maturação (Oliveira et al., 1998).

428 Os métodos objetivos de avaliação da carne são utilizados quando se pretende obter  
429 valores quantitativos de substâncias ou estruturas que impactem na qualidade dos produtos,  
430 como a composição química, quantidade de colágeno, força de cisalhamento, entre outros. No  
431 entanto, com análises subjetivas, como painel com consumidores é possível obter respostas  
432 quanto a preferências, gostos e opiniões sobre o produto, a partir de sensações que se originam  
433 de reações fisiológicas e são resultantes de certos estímulos, gerando a interpretação das  
434 propriedades intrínsecas aos produtos. Para isto é preciso que haja entre as partes, indivíduos  
435 e produtos, contato e interação. O estímulo é medido por processos físicos e químicos e as  
436 sensações por efeitos psicológicos. As sensações produzidas podem dimensionar a intensidade,  
437 extensão, duração, qualidade, gosto ou desgosto em relação ao produto avaliado. Nesta  
438 avaliação, os indivíduos, por meio dos próprios órgãos sensoriais, numa percepção somato-  
439 sensorial, utilizam os sentidos da visão, olfato, audição, tato e gosto (IAL, 2008).

440 A forma de definir atributos sensoriais é avaliar os componentes relativos às propriedades  
441 dos produtos, como os seguintes (IAL, 2008):

442 - Aparência – Refere-se às propriedades visíveis como o aspecto, cor, transparência, brilho,  
443 opacidade, forma, tamanho, consistência, espessura, grau de efervescência ou carbonatação e  
444 as características de superfície.

445 - Odor e aroma – O odor é perceptível pelo órgão olfativo quando certas substâncias voláteis  
446 são aspiradas e o aroma, via retronasal durante a degustação.

447 - Textura oral e manual – Refere-se às propriedades reológicas e estruturais (geométricas e de  
448 superfície) dos produtos. Geralmente é percebida por três ou quatro sentidos: os receptores  
449 mecânicos, táteis e, eventualmente, os visuais e auditivos. Relaciona-se com a sensibilidade  
450 térmica e cinestésica. A avaliação da textura é mais complexa nos alimentos sólidos, como nos  
451 ensaios de corte, compressão, relaxação, penetração, cisalhamento, dobramento, etc.

452 - Sabor e gosto – É considerada como uma experiência mista, mas unitária de sensações  
453 olfativas, gustativas e táteis percebidas durante a degustação. O sabor é percebido,  
454 principalmente, através dos sentidos do gosto e olfato, também influenciado pelos efeitos táteis,  
455 térmicos, dolorosos e/ou sinestésicos.

456 Características sensoriais da carne são de grande importância, pois são essas  
457 características as que mais se alteram no início da deterioração das carnes. Segundo Wood e  
458 Richardson (2004) a maciez é o aspecto mais importante da qualidade da carne que os  
459 consumidores desejam, suculência e sabor ficam em segundo lugar. De acordo com o IAL  
460 (2008) a aparência deve ser uniforme, sem acúmulo sanguíneo, sem corpos estranhos e sem  
461 presença de limo na superfície. A gordura deve mostrar-se firme ao tato, ter odor suave e



462 característico, ser de uma tonalidade que varia de branca a amarela e não deve apresentar pontos  
463 hemorrágicos. A cor das carnes deve ser uniforme, sem manchas, variando do vermelho-escuro  
464 ou pardacento ao vermelho-cereja ou claro. Textura é firme, compacta, elástica e ligeiramente  
465 úmida.

466 Estudos envolvendo carne bovina e grãos de oleaginosas devem ser desenvolvidos pois  
467 há possibilidade da melhoria da qualidade da carne através de estratégias da nutrição animal.  
468 Desta maneira foram elaborados dois artigos “Qualidade da carne de bovinos alimentados com  
469 diferentes grãos de oleaginosas: aspectos físico-químicos e sensoriais” e “Composição lipídica  
470 da carne e da gordura subcutânea de bovinos alimentados com grãos de oleaginosas”, nas  
471 normas da revista *Meat Science*, apresentados nos capítulos I e II.

472

## 473 4 Referências

474 Alves, D. D., Goes, R. H. T. B. e Mancio, A. B. (2005). Maciez da carne bovina. *Ciê. Anim.*  
475 *Bras.*, 6, 135-149.

476 Bailey, A.J. (1989). The Chemistry of Collagen Cross-Links and Their Role in Meat Texture.  
477 *American Meat Science Association*, 42.

478 Bassi, M. S., Ladeira, M.M., Chizzotti, M.L., Chizzotti, F. H. M., Oliveira, D. M., Machado  
479 Neto, O. R., Carvalho, J. R. R., Nogueira Neto, A. A. (2012). Grãos de oleaginosas na  
480 alimentação de novilhos zebuínos: consumo, digestibilidade e desempenho. *R. Bras.*  
481 *Zootec.*, 41,353-359.

482 Bauchart, D. (1993). Lipid Absorption and Transport in Ruminants. *Journal of Dairy Science*,  
483 76, 3864-3881.

484 Berndt, A., Henrique, W., Lanna, D. P. D., Leme, P. R., Alleoni G. F. (2002). Milho úmido,  
485 bagaço de cana e silagem de milho em dietas de alto teor de concentrado: Composição  
486 corporal e taxas de deposição dos tecidos. *R. Bras. Zootec.*, 31, 2105-2112.

487 Confederação Nacional da Agricultura – CNA (2018). Alimentar o mundo. Disponível em:  
488 <<https://www.cnabrazil.org.br/artigos/alimentar-o-mundo>> Acesso em: 5 de outubro de  
489 2018.

490 Cunha, M. G. G., Carvalho, F. F. R., Gonzaga Neto, S., Cezar, M. F. (2008). Características  
491 quantitativas de carcaça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações  
492 contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. *Revista Brasileira de Zootecnia*,  
493 37, 1112-1120.

494 Cunningham, J. G. (1993). Tratado de fisiologia veterinária. Ed. Guanabara Koogan.

- 495 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2017). Evolução e qualidade da  
496 pecuária brasileira. Nota técnica, Campo Grande – MS 24 de março de 2017.
- 497 Fernandes, A. R. M., Sampaio, A. A. M., Henrique, W., Tulio, R. R., Oliveira, E. A., Silva, T.  
498 M. (2009). Composição química e composição dos ácidos graxos de carne de bovinos em  
499 diferentes condições sexuais recebendo silagem de milho e concentrado ou cana de açúcar  
500 e concentrado contendo grãos de girassol. *R. Bras. Zootec.*, 38, 705-712.
- 501 Fiorentini, G., Berchielli, T. T., Santana, M. C. A., Dian, P. H. M., Reis, R. A., Sampaio, A. A.  
502 M., Biehl, M. V. (2012). Qualitative characteristics of meat from confined crossbred  
503 heifers fed with lipid sources. *Sci. Agric.*, 69, 336-344.
- 504 Fiorentini, G., Lage, J. F., Carvalho, I. P. C., Messana, J. D., Canesin, R. C., Reis, R. A.,  
505 Berchielli, T. T. (2015). Lipid Sources with Different Fatty Acid Profile Alters the Fatty  
506 Acid Profile and Quality of Beef from Confined Nellore Steers. *Asian Australas. J. Anim.  
507 Sci.*, 28, 976-986.
- 508 French, P., Stanton, C., Lawless, F., O’Riordan, E. G., Monahan, F. J., Caffrey, P. J., Moloney,  
509 A. P. (2000). Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular  
510 fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *J. Anim. Sci.*,  
511 78, 2849–2855.
- 512 Gomes, V. S., Mano, S. B., Freitas, M. Q., Santos, M. D, Conte Junior, C. A., Silva, J. M.,  
513 Santos, E. B. (2016). Meat characteristics of cattle fed diets containing whole cottonseed.  
514 *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 68, 1069-1076.
- 515 Gomide, L. A. M., Ramos, E. M., Fontes, P. R. (2013). Ciência e qualidade de carne –  
516 fundamentos. Viçosa: Ed. UFV.
- 517 Hill, R. W. (2015). Fisiologia animal. v. 2. Ed. ArtMed. Porto Alegre, RS.
- 518 Instituto Adolfo Lutz – IAL (2008). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São  
519 Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p. 1020.
- 520 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2018). Disponível em:  
521 [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2380/epp\\_2018\\_2tri.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2380/epp_2018_2tri.pdf).  
522 Acesso em: 08 de junho de 2019.
- 523 Kazama, R., Zeoula, L.M., Prado, I. N., Silva, D. C., Ducatti, T., Matsushita, M. (2008).  
524 Características quantitativas e qualitativas de carcaças de novilhas alimentadas com  
525 diferentes fontes energéticas em dietas a base de cascas de algodão e soja. *R. Bras.  
526 Zootec.*, 37, 350-357.
- 527 Kozloski, G.V. (2011). Bioquímica dos Ruminantes. 3.ed. Santa Maria.

- 528 Lehninger, A. L., Nelson, D. L., Cox, M. M.; traduzido por Arnaldo Antônio Simões, Wilson  
529 Roberto Navega Lodi. (1995). Principles of biochemistry. 2.ed. São Paulo: Sarvier.
- 530 Lopes, L. S.; Ladeira, M. M.; Machado Neto, O. R.; Ramos E. M.; Aulino, P. V. R.; Chizzotti,  
531 M. L.; Guerreiro, M. C. (2012). Composição química e de ácidos graxos do músculo  
532 longissimus dorsi e da gordura subcutânea de tourinhos Red Norte e Nelore. *Revista*  
533 *Brasileira de Zootecnia*, 41, 978-985.
- 534 Luchiari Filho., A (2000). Pecuária da carne bovina. 2.ed. São Paulo.
- 535 Machado, F. S., Pereira, L. G. R., Guimarães Júnior, R.; Lopes, F. C. F.; Chaves, A. V.;  
536 Campos, M. M.; Morenz, M. J. (2011). Emissões de metano na pecuária: conceitos,  
537 métodos de avaliação e estratégias de mitigação. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite.
- 538 Machado Neto, O. R., Ladeira, M. L., Chizzotti, M. L., Mendes, J. A., Oliveira, D. M.,  
539 Carvalho, J. R. R., Ribeiro, J. S. (2012). Performance, carcass traits, meat quality and  
540 economic analysis of feedlot of young bulls fed oilseeds with and without  
541 supplementation of vitamin E. *R. Bras. Zootec.*, 41, 1756-1763.
- 542 McCormick, R. J. (1994). The Flexibility of the Collagen Compartment of Muscle. *Meat*  
543 *Science*, 36, 79-91.
- 544 Medeiros, S. R. de; Gomes, R. da C.; Bungenstab, D. J. (2015). Nutrição de bovinos de corte:  
545 fundamentos e aplicações. Brasília, DF: Embrapa.
- 546 Numberg, K., Wegner, J., Ender, K. (1998). Factors influencing fat composition in muscle and  
547 adipose tissue of farm animals. *Liv Prod Scien*, 56,145-156.
- 548 Oliveira, L. B., Soares, G. J. D, Antunes, P. L. (1998). Influência da maturação de carne bovina  
549 na solubilidade do colágeno e perdas de peso por cozimento. *Rev. Bras. de Agrociência*,  
550 4, 166-171.
- 551 Oliveira, D. M., Ladeira, M. M., Chizzotti, M. L., Machado Neto, O. R., Ramos, E. M.,  
552 Gonçalves, T. M., Bassi, M. S., Lanna, D. P. D., Ribeiro, J. S. (2011). Fatty acid profile  
553 and qualitative characteristics of meat from Zebu steers fed with different oilseeds.  
554 *Journal of Animal Science*, 89, 2546-2555.
- 555 Palmquist, D.L. & Mattos, W.R.S. (2006). Metabolismo de lipídios. In: Nutrição de  
556 Ruminantes. Jaboticabal: Funep.
- 557 Pessoa, R. A. S. (2014). Nutrição animal conceitos elementares. Ed. Erica. São Paulo, SP.
- 558 Polizel Neto, A.; Branco, R. H.; Bonilha, S. F. M; Gomes, H. F. B.; Corvino, T. L. S. (2008).  
559 Papel dos Ácidos Graxos Voláteis na Deposição de Tecido Adiposo Intramuscular –  
560 Revisão. Instituto de Zootecnia. Disponível em: <  
561 <http://www.iz.sp.gov.br/artigo.php?id=77>>. Acesso em: 19 de janeiro de 2019.

- 562 Ramos, E. M. & Gomide, L. A. M. (2007). Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e  
563 metodologias. Viçosa, MG: Ed. UFV.
- 564 Ribeiro, F.G., Leme, P.R., Bulle, M.L.M., Lima C. G., Luz e Silva S., Pereira A. S. C., Lannal  
565 D. P. D. (2002). Características da carcaça e qualidade da carne de tourinhos alimentados  
566 com dietas de alta energia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31,749-756.
- 567 Scollan, N., Hocquette, J. F., Nurnberg, K., Dannenberger, D., Richardson, I., Moloney, A.  
568 (2006). Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health  
569 value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Scien.*, 74, 17–33.
- 570 Teixeira, J. C. (1997). Introdução aos métodos de determinação de digestibilidade em  
571 ruminantes. In: TEIXEIRA J. C. Ed. Digestibilidade em ruminantes. Lavras.
- 572 Wood, J. D., Richardson, R. I, Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E., Sheard,  
573 P. R., Enser, M. (2003). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*,  
574 66, 21–32.
- 575 Wood, J. D. & Richardson, R. I. (2004). Factors affecting flavour in beef A literature review,  
576 with recommendations for the British beef industry on how flavour can be controlled.  
577 *Animal Science*.

578 CAPÍTULO I

579

580 **Qualidade da carne de bovinos alimentados com diferentes grãos de oleaginosas:**581 **aspectos físico-químicos e sensoriais**

582

583 Meat quality of cattle fed with different oilseeds: physical-chemical and sensorial aspects

584

585

586 RESUMO: O objetivo da pesquisa foi avaliar a influência de dietas contendo grãos de  
 587 oleaginosas sobre parâmetros físico-químicos da carne de novilhos Nelore. Foram utilizados 24  
 588 novilhos Nelore, não castrados, com 24 meses de idade e peso corporal inicial de  $311 \pm 17,98$   
 589 kg. Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em quatro  
 590 tratamentos, com seis repetições por tratamento, sendo uma dieta padrão a base de milho e  
 591 farelo de soja (controle) e três dietas contendo grãos (algodão ou soja ou girassol) no  
 592 concentrado, visando obter dietas com 150 g/kg MS de proteína bruta (PB) e 70 g/kg MS de  
 593 extrato etéreo (EE). O volumoso utilizado foi silagem de planta inteira de milho em relação  
 594 concentrado:volumoso 60:40. Os animais permaneceram em confinamento até atingirem peso  
 595 de 510 kg para o abate. Foram retiradas amostras do músculo longissimus, para análises de  
 596 colágeno, comprimento de sarcômero (CS), índice de fragmentação miofibrilar (MFI), força de  
 597 cisalhamento (FC) e painel sensorial. Aquelas destinadas às análises de CS, MFI e FC foram  
 598 maturadas por zero, sete e 14 dias. Não houve diferença nos valores de colágeno total e  
 599 insolúvel para os diferentes tratamentos. Os parâmetros pH, L\*, b\* e Chroma sofreram efeito  
 600 do tempo de maturação. O pH da carne de animais alimentados com semente girassol foi mais  
 601 alto (5,83) que aqueles alimentados com caroço de algodão (5,67), grão de soja (5,64) e controle  
 602 (5,48). O CS e o MFI sofreram influência dos tempos de maturação, quanto maior o tempo  
 603 maior o MFI. Foi encontrado aumento do CS apenas após 14 dias de maturação. A FC também  
 604 sofreu ação do tempo de maturação, com valores de 9,54 kg; 8,23 kg e 7,84 kg aos zero, sete e  
 605 14 dias de maturação, respectivamente. Carnes do tratamento com semente de girassol foram  
 606 mais macias (7,56kg), enquanto que as do grupo controle foram mais duras (10,15kg). Não  
 607 houve diferença para os valores de perdas de líquidos por cocção e exsudação. As variáveis  
 608 suculência e maciez na análise sensorial foram melhores avaliadas no tratamento com grão de  
 609 soja e piores no tratamento com semente de girassol. O uso de semente de girassol tem efeito  
 610 positivo para maciez da carne, porém não foi bem aceito na análise sensorial. De modo geral  
 611 carnes dos animais tratados com grão de soja e tratamento controle foram melhores avaliados.

612

613 **Palavras-chave:** caroço de algodão, colágeno, grão de girassol, grão de soja, índice de  
 614 fragmentação miofibrilar, sarcômero

615

616

617

618 \*Autor correspondente, samaramiyaki@hotmail.com;

619 <sup>1</sup> Trabalho de dissertação de mestrado620 <sup>2</sup> Programa de Pós-graduação em Ciência Animal – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia,  
 621 Universidade Federal de Mato Grosso do Sul;622 <sup>3</sup> Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

623

624 ABSTRACT: The objective of the research was to evaluate the influence of diets containing  
625 oilseeds on physicochemical parameters of the meat of Nellore steers. Twenty-four 24-month-  
626 old, uncastrated Nellore steers with an initial body weight of  $311 \pm 17.98$  kg were used. The  
627 animals were distributed in a completely randomized design, in four treatments, with six  
628 replicates per treatment, being a standard diet based on corn and soybean meal (control) and  
629 three diets containing grains (cotton or soybean or sunflower) in the concentrate, aiming at to  
630 obtain diets with 150 g / kg DM of crude protein (BP) and 70 g / kg DM of ethereal extract  
631 (EE). The corn silage was corn silage with concentrate ratio: 60:40. The animals remained in  
632 confinement until reaching a weight of 510 kg for slaughter. Longissimus muscle samples were  
633 collected for collagen, sarcomere length (CS) and myofibrillar fragmentation index (MFI) and  
634 shear force (HR) and sensory panel samples. Those for CS, MFI and FC analyzes were matured  
635 for zero, seven and 14 days. There was no difference in total and insoluble collagen values for  
636 the different treatments. The parameters pH, L \*, b \* and Chroma underwent maturation time.  
637 The pH of the meat of animals fed with sunflower seed had a higher pH (5.83) than those fed  
638 with cottonseed (5.67), soybean (5.64) and control (5.48). The CS and MFI were influenced by  
639 maturation times, the longer the level of meat tenderness, however at times zero and seven of  
640 CS, there was no significant difference between them. HR also underwent maturation time, with  
641 values of 9.54 kg; 8.23 kg and 7.84 kg at zero, seven and 14 maturation days, respectively. Meat  
642 from the sunflower seed treatment were softer (7.56 kg), while those from the control group  
643 were harder (10.15 kg). There was no difference in the values of liquid loss by cooking and  
644 exudation. The variables succulence and softness in the sensorial analysis were better evaluated  
645 in the treatment with soybean grain and worse in the treatment with sunflower seed. The use of  
646 sunflower seeds has a positive effect on meat tenderness, but was not well accepted in the  
647 sensorial analysis. The use of control diet on the effect of the pH of the meat of finished bulls  
648 in confinement. In general, animal meat treated with soybean grain and control treatment were  
649 better evaluated.

650

651 **Keywords:** cottonseed, collagen, myofibrillar fragmentation index, sarcomere, soybean,  
652 sunflower seed

## 653 1 Introdução

654

655 Com o aumento da população mundial, a demanda por proteína de origem animal para  
656 alimentação humana vem crescendo e também as exigências do mercado consumidor por  
657 atributos como maciez, quantidade e qualidade da gordura e nutrientes impactantes na saúde  
658 humana. Assim, estudos para melhoraria da qualidade nutricional e sensorial da carne bovina  
659 tem se sobressaído, pois esta é uma das principais fontes de nutrientes para seres humanos  
660 (Fiorentini et al., 2012).

661

662 A dieta dos ruminantes a pasto é geralmente muito pobre em lipídios, uma vez que estes  
663 estão presentes em baixas concentrações nas forrageiras. Já os alimentos concentrados, são as  
664 principais fontes lipídicas por apresentarem grande quantidade de grãos (Pessoa, 2014).

665

666 A adição de lipídios na dieta se torna alternativa para a nutrição de animais confinados, pois  
667 promove aumento da densidade energética das mesmas. As principais fontes de ácidos graxos  
668 nas rações são óleos vegetais e grãos de oleaginosas, algas e suplementos de gordura (gordura  
669 protegida). Além disso, os lipídios são utilizados em rações por aumentarem a capacidade de  
670 absorção de vitaminas lipossolúveis, fornecerem ácidos graxos essenciais e atuarem como  
671 precursores de diferentes metabólitos. No entanto, a inclusão de ácidos graxos deve ser limitada  
672 para que a atividade no rúmen não seja prejudicada (Scollan et al., 2006; Bassi et al., 2012).

673

674 A inclusão de grãos inteiros na dieta de ruminantes pode alterar a composição de lipídios  
675 da carcaça e da carne, permitindo manipular a composição da fração gordurosa e qualidade  
676 nutricional desses produtos (French et al., 2000).

677

678 Conhecendo a possibilidade da inclusão de fontes de oleaginosas na dieta de ruminantes  
679 para aumento produtivo e da viabilidade econômica da atividade, deve-se entender também a  
680 maneira como são metabolizados no organismo destes animais e de que maneira podem  
681 influenciar a composição e a qualidade da carne. Nesse sentido, este trabalho teve como  
682 objetivo avaliar as características físico-químicas e sensoriais da carne de bovinos alimentados  
683 com diferentes grãos de oleaginosas.

684

## 681 2 Material e métodos

682

### 2.1 Animais e dieta

683

684 O estudo foi realizado na fazenda escola da Faculdade de Medicina Veterinária e  
685 Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – FAMEZ/UFMS, no Laboratório  
686 de Tecnologia e Processamento de Carnes – Qualicarnes. Foram utilizados 24 animais machos  
687 não-castrados da raça Nelore, com 24 meses de idade, mantidos em baias individuais e

687 terminados em confinamento até atingirem peso corporal ao abate de 510 kg. As dietas  
 688 experimentais foram formuladas visando obter 150 g/kg MS de proteína bruta (PB) e 70 g/kg  
 689 MS de extrato etéreo (EE) nas dietas contendo grãos inteiros de soja, semente de girassol,  
 690 caroço de algodão e controle (Tabela 1). A relação volumoso: concentrado foi de 40:60. A água  
 691 foi fornecida à vontade.

Tabela 1 – Ingredientes e composição das dietas experimentais

Ingredientes	Tratamentos			
	Controle	Algodão	Soja	Girassol
	g/kg MS			
Silagem de milho	400,0	400,0	400,0	400,0
Milho	410,8	259,1	339,2	180,7
Farelo de soja	174,2	73,5	0,0	135,5
Grãos	-	252,3	242,2	268,8
Óleo de soja	-	-	3,6	-
Mineral *	15,0	15,0	15,0	15,0
Composição bromatológica				
Matéria Seca (g/kg MN)	508,9	511,1	511,0	510,7
Matéria Orgânica (g/kg MS)	946,9	944,8	946,9	939,6
Fibra em Detergente Neutro (g/kg MS)	302,8	381,5	314,1	345,3
Proteína Bruta (g/kg MS)	150,0	150,0	150,0	150,0
Extrato Etéreo (g/kg MS)	24,7	70,0	70,0	70,0

\*Composição sódio 100 g/kg; fósforo 88 g/kg; cálcio 176 g/kg; magnésio 8000 mg/kg; enxofre 22 g/kg; zinco 3000 mg/kg; cobre 1000 mg/kg; cobalto 80 mg/kg; iodo 60 mg/kg; selênio 20 mg/kg; flúor 880 mg/kg.

692 No final do período experimental, os animais foram transportados para um frigorífico a  
 693 85 km de distância, atordoados e abatidos sob as leis federais de Inspeção Higiênico-Sanitária  
 694 e Abate humanitário (BRASIL, 2017). Após o abate, as carcaças foram identificadas, serradas  
 695 ao longo da coluna vertebral, resultando em duas meias carcaças e em seguida resfriadas a 0-2°  
 696 C por 24 horas. Foram retiradas amostras do longissimus thoracis (LT), entre a 6ª e 12ª costelas  
 697 e levadas para o Laboratório de Tecnologia e Processamento de Carnes da FAMEZ-UFMS para  
 698 posterior análise. Todos os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de  
 699 Ética no Uso de Animais (CEUA) processo nº 654/2014 e pela Comissão de Ética em Pesquisa  
 700 em Seres Humanos (CEP) processo nº 07651319.5.0000.0021, parecer número 329829, ambas  
 701 da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

702

## 703 2.2 Análises físico-químicas da carne

704 Amostras de carne foram retiradas sempre na mesma ordem, entre as 6ª e 12ª costelas  
 705 para as análises de colágeno, índice de fragmentação miofibrilar, comprimento de sarcômero,  
 706 força de cisalhamento e sensorial. As análises de perdas de líquidos por cocção e exsudação,  
 707 cor e pH foram feitas nos mesmos bifos utilizados para a análise de força de cisalhamento.



708 Foram retirados bifes de aproximadamente 0,5 cm de espessura para as análises de  
709 colágeno, índice de fragmentação miofibrilar e comprimento de sarcômero. Para as demais  
710 análises foram retirados bifes do *LT*, com 2,54 cm de espessura. Todas as amostras foram  
711 identificadas e embaladas à vácuo. Aquelas destinadas a zero dias de maturação, foram  
712 imediatamente congeladas em freezer a -18°C e as demais permaneceram em câmara fria a 2°C  
713 para maturação por sete e 14 dias e posteriormente congeladas e armazenadas a -18°C até o  
714 momento das análises.

715

### 716 2.2.1 Colágeno

717 As amostras foram preparadas retirando-se a gordura subcutânea em seguida moída em  
718 microprocessador, identificada e congelada.

719 O colágeno foi analisado seguindo a metodologia de Hill (1966) e Neuman e Logan  
720 (1950) com modificações de Bergman e Loxley (1963). Quatro gramas de amostra foram  
721 mantidos em banho maria a 77°C por 70 minutos com 12 mL de solução de extração (a de base  
722 de cloreto de sódio, cálcio e potássio), logo após esse período as amostras foram resfriadas e  
723 centrifugadas a 3000G por 10 minutos, o sobrenadante foi transferido para um tubo de ensaio  
724 e o resíduo ressuspensão com mais 8 mL de solução de extração e novamente centrifugado. O  
725 sobrenadante foi adicionado ao primeiro e o resíduo foi transferido para outro tubo de ensaio,  
726 os tubos de centrifuga foram enxaguados com 15 mL de solução de extração, em seguida foi  
727 adicionado aos tubos de sobrenadante 20 mL de solução de ácido clorídrico a 6M e aos tubos  
728 de resíduo foi adicionado 10 mL deste ácido. Os tubos foram tampados com papel kraft e fita  
729 adesiva e permaneceram em estufa (Modelo SL-100 marca Solab Científica) a 105°C por no  
730 mínimo 14 horas para hidrólise.

731 Após o período de hidrólise, foi adicionado carvão ativado em pó (aproximadamente 1g)  
732 aos tubos e agitados vigorosamente manualmente. O hidrolisado foi filtrado em papel filtro  
733 qualitativo e depois foi adicionado 1 gota de vermelho de metila e titulado com solução de  
734 hidróxido de sódio a 0.2M. O pH foi ajustado para 6 -7. Após a neutralização as amostras foram  
735 filtradas novamente em balão volumétrico de 250 mL e foi completado o volume com água  
736 destilada. Mesmo com essa diluição o resíduo apresentou alta concentração de hidroxiprolina  
737 sendo necessária uma nova diluição. Para isso uma alíquota de 10 mL do filtrado diluído foi  
738 retirado do balão de 250 mL e repassada para um balão de 50 mL, tendo seu volume completado  
739 com água destilada.

740 Para quantificação de hidroxiprolina foi pipetada uma alíquota de 2 mL da diluição de  
741 cada amostra, adicionados 1 mL de uma solução oxidante e mantidos em repouso por exatos 20

742 minutos à temperatura ambiente. Após o repouso, foi adicionado 1 mL da solução de Ehrlich  
 743 (*p*-DABA, ácido perclórico 60% e isopropanol) e cobriu se os tubos com papel alumínio, foram  
 744 então colocados imediatamente em banho maria a 60°C por exatos 15 minutos, e resfriados em  
 745 água corrente por pelo menos três minutos. A absorbância das amostras foi lida a 558nm, por  
 746 espectrofotômetro modelo V-M5 (Bel Photonics), utilizando o controle como branco.

747 Cálculos:

$$748 \quad H = 10^{-4} \times \frac{h}{2} \times \frac{Va}{v} \times \frac{Vd}{Pa}$$

749

750 H = g de hidroxiprolina/100g de amostra

751 h = quantidade de hidroxiprolina na cubeta (µg), calculada pela curva padrão

752 Vd = volume de diluição do hidrolisado

753 v = alíquota do filtrado, retirada para diluição (mL)

754 Va = volume de diluição da alíquota v (mL)

755 Pa = peso da amostra (g)

756

757 Determinando a quantidade de hidroxiprolina na amostra (H), através da equação acima,

758 foi possível calcular a concentração de colágeno na amostra pela fórmula:

759

$$760 \quad \text{Colágeno} = H \times fc, \text{ onde:}$$

761

762 Colágeno: quantidade de colágeno em gramas por 100g de amostra

763 fc: fator de conversão de hidroxiprolina em colágeno.

764

765 O fator de correção para o sobrenadante utilizado foi 7,52 e para o resíduo 7,25.

766 Considerando as equações acima, o percentual de cada fração de colágeno na amostra pôde ser

767 calculado desta forma:

$$768 \quad \% \text{ Colágeno} = 0,5 \times 10^{-4} \times \frac{h \times Vd}{Pa} \times fc, \text{ em que:}$$

769

770 h = quantidade de hidroxiprolina na cubeta (µg), calculada pela curva padrão

771 Vd = volume de diluição do hidrolisado

772 Pa = peso da amostra (g)

773 Fc = fator de correção

774

### 775 2.2.2 PH e Cor objetiva

776 O pH foi medido pela introdução do eletrodo na amostra (aparelho Hanna Instruments

777 Inc. modelo eat pH Meter HI 99163), no momento das análises de força de cisalhamento da

778 carne. A cor objetiva foi determinada pela média de três mensurações tomadas em três pontos

779 distintos de cada amostra com o auxílio de um espectrofotômetro portátil modelo Chroma Meter

780 CR400 (Konica Minolta) com fonte de luz D65, foi adotada a escala L\*, a\*, b\* do sistema  
 781 CIELab. A partir dos valores de a\* e b\* foram calculados os valores de Chroma (C\*) e Hue  
 782 (H\*):

$$783 \quad C^* = \sqrt{((a^*)^2 + (b^*)^2)}$$

784

$$785 \quad H^* = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad \text{onde,}$$

786 Onde:

787 a\* = croma que varia do verde (-) ao vermelho (+)

788 b\* = croma que varia do azul (-) ao amarelo (+)

789 tan = Tangente

790 C\* = chroma

791 H\* = hue

792

### 793 2.2.3 Força de cisalhamento e perdas de líquidos por cocção e exsudação

794 Adotou-se os padrões preconizados pela AMSA (2016). As amostras foram  
 795 descongeladas em câmara fria as 2°C por 24 horas. As embalagens foram abertas com auxílio  
 796 de uma tesoura, tomando-se cuidado para não perder o exsudato da embalagem. Após abertas,  
 797 a amostra de carne foi retirada, permanecendo na embalagem apenas o exsudato. Este então,  
 798 foi vertido em um recipiente sobre a balança, previamente tarada, obtendo-se então o peso do  
 799 exsudato (PEXU). Em seguida, tarou-se a balança novamente e pesou-se a amostra crua  
 800 (PACRUA). Com esses valores foram calculadas as perdas por exsudação, em porcentagem,  
 801 conforme equação a seguir:

$$802 \quad PE (\%) = \frac{PEXU}{PACRUA} \times 100$$

803

804 As amostras foram identificadas individualmente e colocadas em bandejas forradas com  
 805 papel alumínio. Aferiu-se a temperatura das mesmas, assegurando que estivessem com  
 806 temperatura entre 2 e 5°C quando colocadas no forno. As amostras foram então assadas forno  
 807 elétrico convencional (Layr, modelo Crystal), com resistências superiores e inferiores ligadas e  
 808 reguladas para manutenção da temperatura em 163°C.

809 Para controle da temperatura das amostras, foram utilizados termômetros inseridos no  
 810 ponto geométrico dos bifes. Ao atingir 42°C, os bifes foram virados, e os 71°C retirados do  
 811 forno, pesados para obtenção do peso cozido (PACOZ). Dessa maneira, calculou-se então as  
 812 perdas por cozimento (PCOZ), onde:

$$813 \quad PCOZ (\%) = \frac{PACRUA - PACOZ}{PACRUA} \times 100$$

814 Após a pesagem, as amostras foram deixadas à temperatura ambiente até atingir 28°C,  
 815 quando então foram embrulhadas em papel filme e armazenadas em geladeira (2 a 5°C) por 24  
 816 horas. Após o resfriamento, foram desembaladas e retirou-se de 6 a 8 sub-amostras, em formato  
 817 cilíndrico, com 1,27cm de diâmetro, no sentido da fibra muscular, utilizando para isso vazador  
 818 metálico adaptado a uma furadeira elétrica (Kastner e Henderson, 1969). Ao retirar as sub-  
 819 amostras foram descartadas aquelas que apresentassem deformações no diâmetro, septos de  
 820 tecido conjuntivo ou buracos causados pela inserção dos termômetros.

821 A força de cisalhamento foi medida com auxílio do equipamento Texture Analyzer  
 822 Bookfield, modelo CT3, equipado com uma lâmina única com fenda triangular do tipo Warner  
 823 Bratzler, com velocidade do seccionador de 3,3 mm/s, pressão mínima de cisalhamento de 10g,  
 824 deformação de 45,0 mm e capacidade máxima de 25 kg. As sub amostras foram cisalhadas no  
 825 centro longitudinal perpendicularmente à orientação das fibras musculares e a força de  
 826 cisalhamento das amostras foi calculada pela média obtida nas sub-amostras.

827

#### 828 2.2.4 Comprimento de sarcômero

829 O comprimento de sarcômero foi realizado de acordo com Locker (1960) e Herring et al.  
 830 (1965) e modificações por Heinemann et al. (2002). As amostras foram homogeneizadas com  
 831 solução de KCL 0,6 M por 3 minutos a uma velocidade de 15000 rpm em misturador tipo  
 832 Turratec modelo TE-102 da marca Tecnal, em seguida peneiradas em peneira de aço inox com  
 833 malha de 18 mesh. Então, pipetou-se se uma gota do filtrado em lâmina sobreposta de lamínula  
 834 para captura de imagem em microscópio óptico modelo Dmi8 da marca Leica (objetiva de 40x  
 835 e ocular de 10x) com contraste de fase. Após a focagem dos fragmentos, capturou-se imagens  
 836 de 10 fragmentos de feixes miofibrilares e faz se a medição dos sarcômeros utilizando para  
 837 leitura e interpretação o software Leica Application Suite X– Leica LAS X versão 20014332.  
 838 O comprimento de sarcômero foi determinado utilizando-se a seguinte equação:

$$839 \text{ Comprimento do sarcômero } \mu\text{m} = \frac{\text{comprimento total do fragmento} \times \text{fator de calibração}}{\text{número de sarcômeros presente no feixe}}$$

840

#### 841 2.2.5 Índice de fragmentação miofibrilar

842 Foi analisado seguindo o protocolo proposto por Culler et al. (1978). Foram  
 843 homogeneizados 4g de carne livre de tecido conjuntivo e gordura com 40 mL de solução tampão  
 844 refrigerada (4°C, cloreto de potássio 100mM; fosfato de potássio 20mM; cloreto de magnésio  
 845 1mM; azida sódica 1mM; ácido etilenodiaminotetracético, sal dissódico diidratado 1mM), em  
 846 misturador tipo Turratec modelo TE-102 da marca Tecnal a 15000 rpm por 30 segundos. Após,

847 a mistura foi transferida para um tubo falcon de 50 mL e centrifugada a 3500 rpm por 15  
848 minutos a 4°C. O sobrenadante foi descartado com pipeta pasteur, e adicionou-se 40 mL de  
849 solução tampão para ressuspender o resíduo e centrifugar novamente. O sobrenadante foi  
850 descartado novamente, e ressuspendeu-se o resíduo em 10 mL da solução tampão e  
851 homogeneizou-se em agitador de soluções tipo vórtex modelo AP 59 da marca Phoenix Lufenco  
852 a 15000 rpm por 30 segundos. A mistura foi filtrada em peneira de inox de 18 mesh, lavou se  
853 o tubo falcon com mais 10 mL de solução tampão e filtrou se na peneira como no passo anterior.  
854 Este filtrado foi utilizado para a determinação do teor de proteína pelo método de Biureto, onde  
855 foi feita a curva padrão com albumina de soro bovino 1%. O ensaio de proteínas compreendeu  
856 a adição de 0,25 mL do homogenato mais 0,75 mL de solução tampão e 4 mL de reagente de  
857 biureto em um tubo de ensaio, misturou-se em vórtex por 10 segundos, para que a reação  
858 ocorresse deixou se em ambiente escuro por 30 minutos após esse período foi misturado em  
859 vórtex por 10 segundos e logo em seguida realizou se a leitura em espectrofotômetro modelo  
860 V-M5 (Bel Photonics) a 540 nm. Essa etapa foi realizada com o objetivo de quantificar a  
861 quantidade de proteína da amostra e assim prosseguir com as diluições necessárias para se obter  
862 a concentração de 0,5 mg/mL de proteína. Sabendo o valor dessa primeira absorbância  
863 calculou-se a quantidade de homogenato necessário para obter 0,5 mg/mL de proteína da  
864 amostra e diluiu-se com solução tampão. Feitas as diluições, adicionou-se 4 mL de reagente de  
865 biureto (totalizando 8 mL de volume final) misturada em vórtex por 10 segundos e deixado em  
866 ambiente escuro por 30 minutos. Após esse período misturou-se em vórtex por 10 segundo e  
867 realizou se a leitura em espectrofotômetro a 540nm.

868

### 869 2.3 Análise sensorial

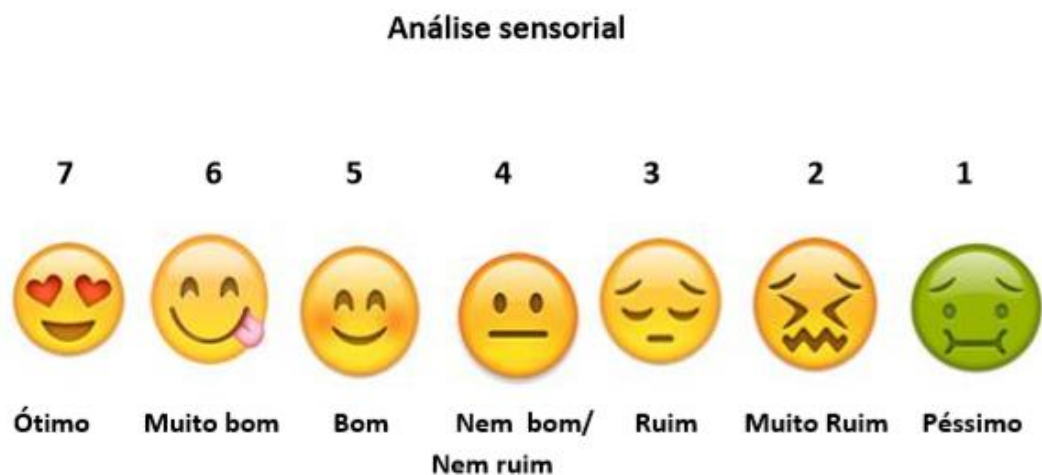
870 Foi adotada a metodologia de teste sensorial afetivo - teste de aceitação com escada  
871 hedônica de sete pontos, com julgadores não treinados, caracterizados por consumidores  
872 frequentes de carne bovina. Nesta, o indivíduo expressa o grau de gostar ou de desgostar, de  
873 forma globalizada ou em relação a um atributo específico (IAL, 2008). Para isso, foram  
874 recrutados aleatoriamente 116 provadores, dentro do campus da Universidade Federal do Mato  
875 Grosso do Sul (UFMS), na cidade de Campo Grande. Os voluntários receberam um Termo de  
876 Consentimento Livre e Esclarecido com as informações sobre o projeto em estudo, os quais  
877 leram e, uma vez de acordo, assinaram, aceitando participar voluntariamente da pesquisa.

878 Amostras do músculo longissimus de 2,54 cm de espessura foram assadas em forno  
879 convencional a 163°C, até atingir 42°C no centro geométrico, quando então foram viradas. Ao  
880 atingirem 70°C foram retiradas do forno. Após este procedimento, as amostras foram cortadas

881 em cubos, embalados em papel alumínio e mantidas aquecidas em forno convencional a uma  
 882 temperatura de 50°C até o momento de servir aos provadores. O teste foi feito em dois horários,  
 883 as 9 horas e as 14h30min em um único dia, os horários foram escolhidos para que não houvesse  
 884 a influência das principais refeições (café da manhã e almoço), foram recrutados 116  
 885 provadores aleatoriamente abordados no corredor da faculdade.

886 Os consumidores foram acomodados em sala específica, equipada com cabines  
 887 individuais que não permitiam contato visual/físico com os demais avaliadores. Cada cabine  
 888 possuía água, biscoito de água e sal, guardanapo e recipiente descartável. Para garantir a  
 889 veracidade dos dados, as amostras eram identificadas com números aleatórios e não faziam  
 890 referência à dieta recebida pelos animais. Os consumidores receberam dois ou três cubos de  
 891 cada amostra em copo de vidro de 100 mL cobertos com papel alumínio, as amostras foram  
 892 servidas a uma temperatura entre 40 a 45°C.

893 Os atributos cor, aroma, sabor, maciez e suculência foram avaliados utilizando uma escala  
 894 hedônica de sete pontos, variando de uma extremidade a outra desde “ótima” com nota igual a  
 895 7 (sete), a “péssimo”, com nota igual a 1 (um) com a mediana “nem bom/nem ruim”.



896

897 Figura 1 - Escala hedônica de sete pontos.

#### 898 2.4 Análise estatística

899 Os dados foram analisados por análise de variância em delineamento inteiramente  
 900 casualizado com quatro tratamentos e seis repetições por tratamento, considerando o animal  
 901 como unidade experimental e as médias comparadas pelo teste Tukey, considerando efeitos  
 902 significativos quando  $p < 0,05$ . Para o colágeno o modelo foi:

903

904  $i^{JK} = \mu \pm \text{trat } i \pm e_i^{JK}$

905

906 Em que:

907  $i^{JK}$  = variável observada

908  $\mu$  = constante inerente às observações

909  $\text{trat } i$  = efeito do tratamento  $i$

910  $e_i^{JK}$  = erro aleatório referente a observação  $i^{JK}$

911

912 O modelo utilizado para as análises estatísticas das variáveis comprimento de sarcômero,  
913 força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar, cor, chroma, hue, ph e perdas foi:

914  $i^{JK} = \mu \pm \text{trat } i \pm \text{tempo } j \pm \text{trat } i \times \text{tempo } j \pm e_i^{JK}$

915

916 Em que:

917  $i^{JK}$  = variável observada

918  $\mu$  = constante inerente às observações

919  $\text{trat } i$  = efeito de tratamento  $i$

920  $\text{tempo } j$  = efeito de tempo  $j$

921  $\text{trat } i \times \text{tempo } j$  = efeito de interação tratamento e tempo

922  $e_i^{JK}$  = erro aleatório referente a observação  $i^{JK}$

923

924 O modelo utilizado para análise estatística das variáveis cor, sabor, aroma, suculência e  
925 maciez foi:

926  $Y = \text{média} + b_1 * \text{amostra} + b_2 * \text{respondente}$

927

928 Em que o valor de uma dada característica avaliada ( $y$ ) por um dado  $j$ -ésimo respondente  
929 depende de uma média geral para essa característica mais o desvio ( $b$ ) associado à  $i$ -ésima  
930 amostra.

931

### 932 3 Resultados

933 Nenhum efeito dos tratamentos ( $P > 0,05$ ) foram observados na intensidade do vermelho  
934 ( $a^*$ ), na intensidade do amarelo ( $b^*$ ) e na luminosidade ( $L^*$ ) (Tabela 2). No entanto, nos  
935 diferentes tempos de maturação nota-se que as variáveis  $L^*$  e  $b^*$  diferiram significativamente  
936 ( $P < 0,05$ ), sendo que o aumento dos dias de maturação também resultou em aumento da  
937 luminosidade e tom amarelado. Os valores de Chroma e Hue não diferiram significativamente

938 entre os tratamentos ( $P>0,05$ ), porém houve diferença nos valores de Chroma para os diferentes  
939 tempos de maturação ( $P<0,05$ ). Os valores de pH foram influenciados significativamente  
940 apenas pelo tempo de maturação ( $P<0,05$ ), onde quanto maior o tempo de armazenamento  
941 maiores foram os valores de pH.

942 Os valores obtidos de força de cisalhamento (FC) diferiu significativamente (Tabela  
943 2) entre os tratamentos e entre os tempos de maturação ( $P<0,05$ ). O tratamento controle  
944 proporcionou carnes se mais duras, seguida dos tratamentos soja, caroço de algodão e girassol.  
945 O aumento dos dias de maturação diminuiu gradativamente a FC das amostras (Tabela 2). Não  
946 houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos e entre os tempos de maturação para  
947 as variáveis perdas por cocção e exsudação, (Tabela 2).

948 Não foi verificado efeito significativo ( $P>0,05$ ) entre as fontes lipídicas para o  
949 comprimento de sarcômero (CS), obtendo valores próximos de  $1,82\mu\text{m}$  (Tabela 2), no entanto  
950 verificou se efeito ( $P<0,05$ ) do tempo de maturação sobre esta característica, que aumentam de  
951 acordo com o aumento de dias de maturação, sendo que nos tempos zero e sete não diferiram  
952 entre si, porém no tempo 14 os valores de CS foram maiores que os anteriores.

953 Os valores de índice de fragmentação miofibrilar (Tabela 2) não demonstraram  
954 diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre as fontes lipídicas, obtendo valores próximos de 63,5. No  
955 entanto verificou se efeito ( $P<0,05$ ) do tempo de maturação sobre esta variável, onde os valores  
956 observados aumentam de acordo com o aumento de dias de maturação.

957 Não foi verificado efeito significativo ( $P>0,05$ ) de interação entre os tratamentos e os  
958 tempos de maturação (Tabela 2).

959 A quantidade de colágeno total e insolúvel (Tabela 2), não diferiu entre os tratamentos  
960 ( $P>0,05$ ).

961 As avaliações sensoriais da carne estão representadas na Tabela 3, demonstrando que as  
962 variáveis cor e aroma não diferiram significativamente ( $P>0,01$ ) entre os tratamentos,  
963 diferentemente das variáveis sabor, suculência e maciez ( $P<0,01$ ), sabor foi melhor avaliado  
964 nos tratamento controle e grão de soja que os tratamento com semente de girassol e caroço de  
965 algodão. O tratamento com grão de soja foi melhor avaliado para as variáveis suculência e  
966 maciez, o pior avaliado foi o tratamento com semente de girassol, caroço de algodão e controle  
967 foram intermediários.



Tabela 2 - Efeito de tratamento e de tempo de maturação entre as características físico-químicas da carne de bovinos alimentados com grãos de oleaginosas.

	Tratamento				Maturação (dias)			EPM	Ptrat	Ptempo	PInt
	Girassol	Algodão	Soja	Controle	0	7	14				
COR L*	35,39	35,26	37,19	36,61	35,03b	35,90ab	37,44a	0,416	0,1959	0,0344	0,9654
COR a*	17,08	16,67	16,09	17,15	15,71	16,64	17,89	0,391	0,7196	0,0565	0,9675
COR b*	5,15	5,51	6,21	6,52	5,21b	5,71ab	6,62a	0,244	0,1130	0,0330	0,9973
CHROMA	17,89	17,64	17,45	18,39	16,69b	17,66ab	19,18a	0,388	0,8065	0,020	0,9096
HUE	16,21	17,97	21,18	20,93	20,42	18,65	20,40	1,269	0,0842	0,7712	0,5588
pH	5,83a	5,67ab	5,64ab	5,48b	5,50b	5,62b	5,84a	0,046	0,0233	0,0225	0,9638
FC (kg)	7,56c	8,12b	8,31b	10,15a	9,54a	8,23b	7,84c	3,075	0,0001	0,0001	0,1059
COCCÃO (g/Kg)	0,23	0,31	0,26	0,32	0,27	0,28	0,29	0,017	0,0963	0,8258	0,1133
EXSUDATO (%)	3,36	3,13	2,89	4,04	3,52	3,36	3,19	1,709	0,2337	0,8128	0,6820
CS (µm)	1,81	1,81	1,84	1,80	1,73b	1,78b	1,94a	0,144	0,1158	0,0001	0,9861
MFI	63,27	62,78	63,05	65,39	60,68c	63,97b	66,22a	0,434	0,0558	0,0001	0,9446
Colágeno total (g/100g)	0,062	0,056	0,062	0,061	-	-	-	0,002	0,6863	-	-
Colágeno insolúvel (%)	17,71	18,71	16,38	16,84	-	-	-	0,610	0,5198	-	-

\*Médias seguidas por letra minúscula, na mesma linha, diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). EPM: erro médio padrão.

Tabela 3 – Efeito de tratamento entre as características sensoriais da carne de bovinos alimentados com grãos de oleaginosas.

	Tratamento				EPM	Ptrat
	Girassol	Algodão	Soja	Controle		
COR	4,59	4,86	4,83	4,82	0,092	0,1558
SABOR	4,38b	4,28b	5,20 <sup>a</sup>	4,44a	0,107	<0,001
AROMA	4,59	4,65	4,87	4,90	0,091	0,0388
SUCULÊNCIA	3,99c	4,57b	5,67 <sup>a</sup>	4,92b	0,102	<0,001
MACIEZ	3,78c	4,75b	5,84 <sup>a</sup>	4,92b	0,121	<0,001

\*Médias seguidas por letra minúscula, na mesma linha, diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,01). EPM: erro médio padrão. \*\* Notas: 1=péssimo e 7=ótimo.

## 1068 4 Discussão

1069 A inclusão de grãos de oleaginosas não influenciou a coloração da carne,  
1070 diferentemente do tempo de maturação. A diferença na coloração da carne de animais  
1071 alimentados com diferentes grãos de oleaginosas pode estar relacionada com a gordura  
1072 intramuscular, visto que a composição da dieta pode alterar a cor da carne de maneira a  
1073 aumentar a quantidade de gordura da carne, refletindo em alterações nos valores de  $L^*$ ,  
1074  $a^*$  e  $b^*$ . Assim como observado no presente estudo, Oliveira et al. (2011) trabalhando  
1075 com novilhos zebuínos alimentados com oleaginosas (soja, semente de algodão e  
1076 linhaça); Fiorentini et al. (2015), trabalhando com Nelore e fontes lipídicas (óleo de  
1077 palma, óleo de linhaça, gordura protegida e grão de soja) e Rossi et al. (2016) pesquisando  
1078 sobre tourinhos Nelore alimentados com diferentes níveis de amido e soja, também não  
1079 encontraram diferenças significativas para as variáveis  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ .

1080 No trabalho de Ladeira et al. (2014) com tourinhos Red Norte alimentados com  
1081 soja moída ou gordura protegida com ou sem inclusão de monensina, a carne de animais  
1082 alimentados com soja moída apresentaram queda nos valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $C^*$ . O declínio  
1083 dos índices de cor sobre o tempo de maturação pode ser atribuído à oxidação da  
1084 mioglobina e à metamioglobina, provavelmente devido à diminuição da atividade  
1085 redutora de metamioglobina, resultando em seu acúmulo (Ladeira et al., 2014). O pH alto  
1086 torna as fibras musculares distendidas, formando uma barreira à difusão de oxigênio e à  
1087 absorção de luz, resultando em coloração mais escura (Silva Sobrinho et. al, 2005).

1088 Semelhante a este estudo, Oliveira et al. (2011) trabalhando com novilhos  
1089 zebuínos alimentados com oleaginosas (soja, semente de algodão e linhaça), também  
1090 verificaram diferença na cor da carne entre os tempos de maturação. O aumento dos dias  
1091 de maturação resultou em aumento da luminosidade e tom amarelado das amostras. Uma  
1092 explicação para o aumento desses valores pode ser o aumento do pH que altera a  
1093 capacidade de retenção de água, modificando a cor da carne (Koohmaraie et. al, 2002).

1094 O valor de Chroma é um indicativo de intensidade da cor, este parâmetro é  
1095 calculado a partir dos resultados medidos de  $a^*$  e  $b^*$ , e aumentam de acordo com o tempo  
1096 de maturação da carne, devido à proteólise que ocorre nas células, diminuindo a  
1097 capacidade de retenção de água e oxidando os pigmentos de cor (Andrade et al., 2010;  
1098 Cardoso et al., 2012). O valor de HUE também é calculado a partir dos valores de  $a^*$  e  
1099  $b^*$ . Cardoso et al. (2012) verificaram aumento do valor de HUE de acordo com o aumento  
1100 dos dias de maturação, diferentemente deste estudo. Com estes resultados pode se inferir  
1101 que a inclusão de oleaginosas não acarreta efeitos negativos sobre a cor da carne in natura,

1102 porém a maturação pode resultar em carnes com coloração mais saturada, tendendo a tons  
1103 de marrom.

1104 Valores de pH anormais estão normalmente ligados a problemas pré-abate,  
1105 condição e raça (Oliveira et al., 2012), no entanto não houve eventos nessas classes que  
1106 pudessem influenciar negativamente o pH da carne dos animais no presente estudo. O pH  
1107 final é dependente da acumulação de ácido láctico como resultado de produção de  
1108 adenosina trifosfato, usando glicogênio como uma fonte de glicose (Oliveira et al.,  
1109 2011). Em geral, bovinos alimentados com dietas a base de grãos têm maior  
1110 disponibilidade de glicogênio no momento do abate e menor pH final da carne. Valores  
1111 de pH dentro da faixa normal sugerem que não há tensão no pré-abate e que o pH não  
1112 é alterado pelas fontes lipídicas da dieta (Fiorentini et al., 2015).

1113 Oliveira et al. (2011) avaliaram novilhos zebuínos alimentados com oleaginosas  
1114 (soja, semente de algodão e linhaça) e não constaram diferenças no pH da carne. Da  
1115 mesma forma, Fiorentini et al. (2015), avaliando animais Nelore alimentados com fontes  
1116 lipídicas (óleo de palma, óleo de linhaça, gordura protegida e grão de soja) também não  
1117 verificaram diferenças no pH da carne entre os tratamentos. Neste estudo os valores de  
1118 pH da carne foram diferentes entre os tratamentos, de modo que, os animais que  
1119 consumiram semente de girassol (5,83) obtiveram valor próximo ao limite superior e o  
1120 controle (5,48) ao inferior preconizado como ideal (5,40-5,80) para bovinos de corte.  
1121 Desta maneira, a composição das sementes de oleaginosas bem como seu metabolismo  
1122 pelo organismo do animal podem ter resultado em diferentes fontes de energia  
1123 disponíveis para o tecido muscular que, após o abate, resultaram em diferentes taxas de  
1124 glicólise e valores de pH finais da carne distintos entre os tratamentos.

1125 A variação dos valores de pH entre os tempos de maturação pode estar relacionada  
1126 às enzimas que atuam durante o processo de maturação e à capacidade de retenção de  
1127 água (Ramos e Gomide, 2007; Fiorentini et al., 2012). Esperava-se que o pH diminuísse  
1128 com o aumento do tempo de maturação, devido ao aumento da atividade enzimática e  
1129 possível desenvolvimento das bactérias lácticas, como relatado por Cardoso et al. (2012).  
1130 No entanto, neste estudo, foi observado aumento dos valores de pH com o avançar dos  
1131 dias de maturação, possivelmente relacionado ao desenvolvimento de bactérias aeróbias  
1132 ocasionado por falhas no sistema de vácuo das embalagens das carnes maturadas. No  
1133 entanto, análises microbiológicas não foram realizadas para elucidação desta hipótese.

1134 A força de cisalhamento (FC), comprimento de sarcômero (CS) e índice de  
1135 fragmentação miofibrilar (MFI) são técnicas usadas para avaliar a maciez da carne.

1136 Valores abaixo de sete quilogramas de força de cisalhamento estão relacionados a carnes  
1137 macias em animais zebuínos (Alves et al., 2005). Neste estudo, valores próximos a este  
1138 limiar foram encontrados somente para o tratamento com grão de girassol e após 14 dias  
1139 de maturação das carnes.

1140 A diminuição da FC com o avançar do tempo de maturação pode ser explicada por  
1141 alterações na estrutura e compactação das miofibrilas, resultando em aumento do  
1142 comprimento dos sarcômeros e do índice de fragmentação miofibrilar após 14 dias de  
1143 maturação.

1144 Diversos fatores podem influenciar a maciez da carne, como o grau de marmoreio  
1145 (gordura intramuscular), gordura intermuscular, idade, reservas de glicogênio muscular,  
1146 rigor mortis, pH e padrão de espécies (Fiorentini et al., 2012). A influência da alimentação  
1147 dos animais na maciez da carne está associada, principalmente, com a quantidade de  
1148 gordura intramuscular depositada na carne (Alves et al., 2005), já a ação das enzimas  
1149 proteolíticas post mortem parecem ter papel fundamental no amaciamento da carne  
1150 durante o armazenamento.

1151 Particularidades relacionadas à raça Nelore como mais calpastatina (que diminui a  
1152 atividade das calpains) e ligações cruzadas mais resistentes de colágeno, podem  
1153 justificar os valores altos de força de cisalhamento (Oliveira et al., 2012).

1154 As catepsinas, por sua vez, degradam as proteínas miofibrilares e exercem  
1155 atividades sobre as ligações cruzadas do colágeno (Gomide et al., 2013). Em animais  
1156 jovens, como os utilizados neste estudo, a influência do tecido conjuntivo na maciez é  
1157 pequena, prevalecendo o efeito de outros fatores, como a intensidade da proteólise das  
1158 enzimas endógenas sofrida pelo tecido muscular após o abate e o grau de contração do  
1159 tecido muscular (Heinemann et al., 2003).

1160 A da proteólise post mortem e consequente amaciamento da carne podem ser  
1161 associadas com o índice de fragmentação miofibrilar (MFI) (Ferraz et al., 2015). Neste  
1162 sentido, os valores encontrados nesta pesquisa são de carnes macias, pois, segundo Culler  
1163 et al. (1978) valores próximos de 30 indicam carnes duros; valores próximos de 60,  
1164 macias e valores próximos de 100, muito maciaas.

1165 O maior grau de degradação das miofibrilas causado pelas enzimas calpaínas  
1166 explica os maiores valores de MFI de acordo com o aumento de dias de maturação  
1167 (Ramos e Gomide, 2007). Neste estudo, os valores de MFI apresentaram músculos já  
1168 eram macios antes do processo de maturação. Cardoso et al. (2012) valores entre 76,12 e  
1169 76,88 para bovinos Charolês x Nelore valores, mostrando carnes macias antes do processo

1170 de maturação, podendo ser explicado pela pouca idade dos animais. No entanto, os  
1171 valores de MFI encontrados neste trabalho contradizem os dados de FC, que apresentam  
1172 valores próximos ao limite superior para carnes duras.

1173 A análise sensorial compreende um conjunto de técnicas para medir precisamente  
1174 atributos sensoriais de produtos a partir de respostas humanas (Rossini et al., 2012). A  
1175 coloração da carne é um fator determinante na compra pelo consumidor, podendo  
1176 estimular desejo de consumo. Assim como nesta pesquisa, Fernandes et al. (2009)  
1177 avaliando carne de bovinos alimentados com silagem de milho e cana-de-açúcar com  
1178 grãos de girassol não verificaram diferenças na coloração da carne entre os tratamentos.  
1179 Diferentemente do trabalho de Missio et al. (2010) com carne de tourinhos alimentados  
1180 com diferentes níveis de concentrado na dieta, verificaram melhora na cor conforme o  
1181 aumento do nível de concentrado. A influência dos tratamentos na coloração da carne não  
1182 foi percebida apesar das particularidades de cada grão.

1183 O sabor varia consideravelmente segundo a espécie, raça, idade e regime  
1184 alimentar do animal, um complexo conjunto de substâncias químicas é responsável pelo  
1185 sabor da carne (IAL, 2008). Diferentemente desta pesquisa, Fernandes et al. (2009)  
1186 avaliando carne de bovinos alimentados com silagem de milho e cana-de-açúcar com  
1187 grãos de girassol não verificaram diferenças entre os tratamentos quanto ao sabor da  
1188 carne. No entanto Costa et al. (2013), pesquisando níveis de inclusão de caroço de algodão  
1189 na dieta de animais Nelore, observaram um leve aumento no sabor intenso característico  
1190 de caroço de algodão, porém não significativo. Neste estudo, as carnes menos apreciadas  
1191 pelos consumidores foram advindas dos tratamentos Girassol e Algodão, indicando que  
1192 o caroço de algodão, assim como no estudo de Costa et al. (2013), possa ter alterado o  
1193 sabor da carne.

1194 Na percepção do aroma, as substâncias desprendidas e aspiradas são traduzidas  
1195 pelos receptores nervosos e produzindo impulsos elétricos que geram informações e são  
1196 comparadas aos padrões já conhecidos. O aroma da carne tende a ser mais perceptível  
1197 quando a carne é aquecida, facilitando a percepção dos odores impróprios ou alterados  
1198 (IAL, 2008). Assim como nesta pesquisa, Costa e colaboradores (2013) pesquisando  
1199 sobre níveis de caroço de algodão na alimentação de Nelore não verificaram diferença no  
1200 aroma da carne entre os tratamentos.

1201 O estímulo é medido por processos físicos e químicos e as sensações por efeitos  
1202 psicológicos, as sensações produzidas podem dimensionar a intensidade, extensão,  
1203 duração, qualidade, gosto ou desgosto em relação ao produto avaliado (IAL, 2008), dando

1204 assim a complexidade de avaliar subjetivamente a suculência. Diferentemente desta  
1205 pesquisa, no estudo de Missio et al. (2010) com carne de tourinhos alimentados com  
1206 diferentes níveis de concentrado na dieta, não verificaram diferença entre os tratamentos  
1207 para maciez e suculência da carne.

1208 As perdas de líquidos por cocção e exsudação, apesar de não significativas, podem  
1209 ter contribuído para as diferenças observadas nesta pesquisa. A gordura intramuscular  
1210 está associada a suculência, maciez e sabor da carne, sua ação parece estar fundamentada  
1211 no papel dos lipídios como “lubrificantes” durante a mastigação, determinando a  
1212 suculência da carne (Ramos e Gomide, 2007). A diferença quantitativa de gordura  
1213 intramuscular na carne pode alterar a sensação de suculência (Scollan et al., 2006).

1214 O resultado da maciez pode estar relacionado com a diferença na cobertura de  
1215 gordura da caraça que a protege contra o frio, na quantidade de gordura intramuscular, no  
1216 pH e na capacidade de retenção de água. Nesta pesquisa os dados de força de  
1217 cisalhamento, comprimento de sarcômero, índice de fragmentação miofibrilar (Tabela 2)  
1218 são antagônicos aos encontrados para maciez na análise sensorial. Isto porque as variáveis  
1219 mencionadas representam, em grande parte, apenas a porção miofibrilar da carne, não  
1220 sendo capazes de representar, de maneira global, a percepção do consumidor, já que  
1221 durante a mastigação, há uma interação entre aspectos como aroma, sabor e maciez que  
1222 juntos, podem alterar a percepção individual de cada uma das características avaliadas.  
1223 Assim salienta-se a importância de testes sensoriais para avaliação da percepção dos  
1224 consumidores sobre as variáveis de qualidade da carne que se pretende estudar.

1225 No trabalho de Fiorentini et al. (2012) com novilhas mestiças (1/4 Nelore x 1/4  
1226 Santa Gertrudis x 1/2 Braunvieh) alimentadas com suplementos lipídicos (soja, gordura  
1227 protegida ou óleo de soja) verificaram a carne de animais que receberam gordura  
1228 protegida e óleo de soja obtiveram melhor classificação dos consumidores para maciez  
1229 em relação aos animais que receberam soja. Diferentemente do trabalho de Missio et al.  
1230 (2010) com carne de tourinhos alimentados com diferentes níveis de concentrado, não  
1231 verificaram diferenças na maciez, assim como na pesquisa de Fernandes et al. (2009) com  
1232 carne de bovinos terminados com silagem de milho e cana-de-açúcar com grãos de  
1233 girassol.

1234

## 1235 5 Conclusão

1236 A inclusão de grãos de oleaginosas na dieta de bovinos alterou os valores de pH e  
1237 a força de cisalhamento da carne, diferentemente do colágeno, cor, comprimento de

- 1238 sarcômero, índice de fragmentação miofibrilar, perdas por cocção e exsudação. O  
1239 tratamento com girassol mostrou se com menor força de cisalhamento, porém com maior  
1240 valor de pH, resultados opostos ao grupo controle. A carne mostrou se mais macia  
1241 conforme o maior tempo de maturação. De modo geral carnes de animais alimentados  
1242 com grão de soja e tratamento controle foram as melhores avaliadas pelo painel sensorial.  
1243
- 1244 6 Agradecimentos  
1245       CNPq e a FUNDECT pelo apoio financeiro.  
1246
- 1247 7 Referências  
1248 Alves, D. D., Goes, R. H. T. B. e Mancio, A. B. (2005). Maciez da carne bovina. *Ciênc.  
1249       Anim. Bras.*, 6, 135-149.
- 1250 American Meat Science Association-AMSA. Handbook Meat Evaluation. 2016
- 1251 Andrade, P. L., Bressan, M. C., Gama, L. T., Gonçalves, T. M., Ladeira, M. M., Ramos,  
1252       E. M. (2010). Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore. *R. Bras.  
1253       Zootec.*, 39, 1791-1800.
- 1254 Bassi M. S., Ladeira M.M., Chizzotti M.L., Chizzotti, F. H. M., Oliveira, D. M., Machado  
1255       Neto, O. R., Carvalho, J. R. R., Nogueira Neto, A. A. (2012). Grãos de oleaginosas  
1256       na alimentação de novilhos zebuínos: consumo, digestibilidade e desempenho. *R.  
1257       Bras. Zootec.*, 41,353-359.
- 1258 Brasil - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2017). Regulamento da  
1259       Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), 2017.
- 1260 Cardoso, T. A. B., Bridi, A. M., Fagan, E. P., Tarsitano, M. A., Bolfe, F. C., Perez, L. M.,  
1261       Prhohmann, P. E. F. (2012). Quality of aged meat from Charolais vs Nellore cattle  
1262       Qualidade da carne maturada de bovinos Charolês vs Nelore. *Semina: Ciências  
1263       Agrárias*, 33, 3123-3132.
- 1264 Costa, D. P. B., Roça, R. O., Costa, Q. P. B., Lanna, D. P. D., Barros, W. M. (2013). Meat  
1265       characteristics of Nellore steers fed whole cottonseed. *R. Bras. Zootec.*, 42, 183-  
1266       192.
- 1267 Culler, R. D., Parrish, JR., F.C., Smith, G. G., Cross H. R. (1978). Relationship of  
1268       myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory  
1269       characteristics of bovine *Longissimus* muscle. *Journal of Food Science*, 43, 1177-  
1270       1180.

- 1271 Fernandes, A. R. M., Sampaio, A. A. M., Henrique, W., Tulio, R. R., Oliveira, E. A.,  
1272 Silva, T. M. (2009). Composição química e composição dos ácidos graxos de carne  
1273 de bovinos em diferentes condições sexuais recebendo silagem de milho e  
1274 concentrado ou cana de açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. *R. Bras.*  
1275 *Zootec.*, 38, 705-712.
- 1276 Ferraz, A. P. C. R., Malheiros, J. M., Cintra, R. M. G. C., Chardulo L. A. L. (2015).  
1277 Valores nutricionais e qualitativos de carnes bovinas (*Longissimus thoracis*)  
1278 provenientes de sistemas de produção orgânica e convencional. *Demetra;*  
1279 *alimentação, nutrição & saúde*, 10, 61-75.
- 1280 Fiorentini, G., Berchielli, T. T., Santana, M. C. A., Dian, P. H. M., Reis, R. A., Sampaio,  
1281 A. A. M., Biehl, M. V. (2012). Qualitative characteristics of meat from confined  
1282 crossbred heifers fed with lipid sources. *Sci. Agric.*, 69, 336-344.
- 1283 Fiorentini, G., Lage, J. F., Carvalho, I. P. C., Messana, J. D., Canesin, R. C., Reis, R. A.,  
1284 Berchielli, T. T. (2015). Lipid Sources with Different Fatty Acid Profile Alters the  
1285 Fatty Acid Profile and Quality of Beef from Confined Nellore Steers. *Asian*  
1286 *Australas. J. Anim. Sci.*, 28, 976-986.
- 1287 French, P., Stanton, C., Lawless, F., O’Riordan, E. G., Monahan, F. J., Caffrey, P. J.,  
1288 Moloney, A. P. (2000). Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid,  
1289 of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-  
1290 based diets. *J. Anim. Sci.*, 78, 2849–2855.
- 1291 Gomide, L. A. M., Ramos, E. M., Fontes, P. R. (2013). Ciência e qualidade de carne –  
1292 fundamentos. Viçosa: Ed. UFV.
- 1293 Heinemann, R. J. B., Pinto, M. F., Romanelli, P. F. (2003). Fatores que influenciam a  
1294 textura da carne de novilhos Nelore e cruzados Limousin-Nelore. *Pesq. agropec.*  
1295 *bras.*,38, 963-971.
- 1296 Instituto Adolfo Lutz – IAL (2008). Métodos físico-químicos para análise de alimentos.  
1297 São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p. 1020.
- 1298 Koohmaraie, M., kent, M.P., Shackelford, S.D., Veiseth, E., Wheeler, T. L. (2002). Meat  
1299 tenderness and muscle growth: is there any relationship. *Meat Science*, 62, 345-352.
- 1300 Ladeira, M. M., Santarosa, L. C., Chizzotti, M. L., Ramos, E. M., Machado Neto, O. R.,  
1301 Oliveira, D. M., Carvalho, J. R. R., Lopes, L. S., Ribeiro, L. S. (2014). Fatty acid  
1302 profile, color and lipid oxidation of meat from young bulls fed ground soybean or  
1303 rumen protected fat with or without monensin. *Meat Science*, 96, 597-605.



- 1304 Lawrie, R. (1981). *Developments in meat science*. London: Elsevier Applied Science  
1305 (342p).
- 1306 Lawrie, R.A. 2005. *Meat Science*. 6ed. Artmed, Porto Alegre, RS, Brazil (in Portuguese).
- 1307 Machado Neto, O. R., Ladeira, M. L., Chizzotti, M. L., Mendes, J. A., Oliveira, D. M.,  
1308 Carvalho, J. R. R., Ribeiro, J. S. (2012). Performance, carcass traits, meat quality  
1309 and economic analysis of feedlot of young bulls fed oilseeds with and without  
1310 supplementation of vitamin E. *R. Bras. Zootec.*, 41, 1756-1763.
- 1311 Missio, R. L., Brondani, I. L., Alves Filho, D. C., Restle, J., Arboitte, M. Z., Segabinazzi,  
1312 L. R. (2010). Características da carcaça e da carne de tourinhos terminados em  
1313 confinamento, recebendo diferentes níveis de concentrado na dieta. *R. Bras.*  
1314 *Zootec.*, 39, 1610-1617.
- 1315 Oliveira, D. M., Ladeira, M. M., Chizzotti, M. L., Machado Neto, O. R., Ramos, E. M.,  
1316 Gonçalves, T. M., Bassi, M. S., Lanna, D. P. D., Ribeiro, J. S. (2011). Fatty acid  
1317 profile and qualitative characteristics of meat from Zebu steers fed with different  
1318 oilseeds. *Journal of Animal Science*, 89, 2546-2555.
- 1319 Oliveira, E. A., Sampaio, A. A. M., Henrique, W., Pivaro, T. M., Rosa, B. L., Fernandes,  
1320 A. R. M., Andrade, A. T. (2012). Quality traits and lipid composition of meat from  
1321 Nellore young bulls fed with different oils either protected or unprotected from  
1322 rumen degradation. *Meat Science*, 90, 28–35.
- 1323 Pessoa, R. A. S. (2014). *Nutrição animal conceitos elementares*. Ed. Erica. São Paulo, SP.
- 1324 Ramos, E. M. & Gomide, L. A. M. (2007). *Avaliação da qualidade de carnes:*  
1325 *fundamentos e metodologias*. Viçosa, MG: Ed. UFV.
- 1326 Rossi, L.G., Fiorentini, G., Jose Neto, A., Vieira, B. R., Malheiros, E. B., Borghi, T. H.,  
1327 Berchielli, T. T. (2016). Impact of ground soybean and starch levels on the quality  
1328 of meat from feedlot young Nellore bulls. *Meat Science*, 122, 1–6.
- 1329 Rossini, K., Anzanello, M. J., Fogliatto, F. S. (2012). Seleção de atributos em avaliações  
1330 sensoriais descritivas. *Produção*, 22, 380-390.
- 1331 Scollan, N., Hocquette, J. F., Nurnberg, K., Dannenberger, D., Richardson, I., Moloney,  
1332 A. (2006). Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and  
1333 health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Scien.*, 74,  
1334 17–33.
- 1335 Silva Sobrinho, A. G., Purchas, R. W., Kadim, I. T., Yamamoto, S. M. (2005).  
1336 Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao  
1337 abate. *R. Bras. Zootec.*, 34, 1070-1078.

## 1338 Capítulo II

1339 **Composição lipídica da carne e da gordura subcutânea de bovinos alimentados**  
1340 **com grãos de oleaginosas**

1341 Lipid composition of meat and backfat of cattle fed with oilseeds

1342

1343 RESUMO: O objetivo da pesquisa foi avaliar a influência de dietas contendo grãos de  
1344 oleaginosas sobre parâmetros de carcaça e composição lipídica da carne e da gordura de  
1345 24 novilhos Nelore, não castrados, com 24 meses de idade e peso corporal inicial de  
1346  $311 \pm 17,98$  kg. Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado,  
1347 em quatro tratamentos, com seis repetições por tratamento, sendo uma dieta padrão a base  
1348 de milho e farelo de soja (controle) e três dietas contendo grãos (algodão ou soja ou  
1349 girassol) no concentrado, visando obter dietas com 150 g/kg MS de proteína bruta (PB) e  
1350 70 g/kg MS de extrato etéreo (EE). O volumoso utilizado foi silagem de planta inteira de  
1351 milho em relação concentrado:volumoso 60:40. Os animais permaneceram em  
1352 confinamento até atingirem peso de 510 kg para o abate. As carcaças foram pesadas no  
1353 frigorífico, serradas ao meio e entre a 12<sup>a</sup> e a 13<sup>a</sup> costelas para medição da espessura de  
1354 gordura subcutânea (EGS) e avaliação do marmoreio. Foram retiradas três amostras para  
1355 composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos. Não houve diferença nos  
1356 valores de umidade, proteína, matéria mineral, colesterol e marmoreio para os diferentes  
1357 tratamentos. O peso vivo final (PV final) foi maior no tratamento com grão de soja  
1358 (544,38kg) que semente de girassol (488,67kg). O grupo controle (520kg) e caroço de  
1359 algodão (522,67kg) foram intermediários. O peso de carcaça quente (PCQ) foi menor no  
1360 tratamento com semente de girassol (235,10kg) que no grupo controle (267,83kg) e grão  
1361 de soja (267kg). O tratamento com caroço de algodão (252,83kg) não diferiu dos demais.  
1362 A EGS foi menor no tratamento com semente de girassol (2,4mm) e caroço de algodão  
1363 (2,43mm) que no grupo controle (4,75mm), grão de soja (3,3mm) não diferiu dos demais.  
1364 O extrato etéreo foi menor no tratamento com semente de girassol (0,59%) que nos  
1365 demais. O uso de semente de girassol resultou em carcaças e carne com menos gordura  
1366 em novilhos terminados em confinamento.

1367

1368 **Palavras-chave:** caroço de algodão, colesterol, grão de soja, marmoreio, perfil de ácidos  
1369 graxos, semente de girassol

1370

1371

1372

1373

1374

1375

1376 \*Autor correspondente, samaramiyaki@hotmail.com;

1377 <sup>1</sup> Trabalho de dissertação de mestrado1378 <sup>2</sup> Programa de Pós-graduação em Ciência Animal – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia,  
1379 Universidade Federal de Mato Grosso do Sul;1380 <sup>3</sup> Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul;1381 <sup>4</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Gado de Corte.

1382 ABSTRACT: The objective of the research was to evaluate the influence of diets  
1383 containing oilseeds on carcass parameters and lipid composition of the meat and fat of 24  
1384 24 - month - old Nelore steers with initial body weight of  $311 \pm 17, 98$  kg. The animals  
1385 were distributed in a completely randomized design, in four treatments, with six replicates  
1386 per treatment, being a standard diet based on corn and soybean meal (control) and three  
1387 diets containing grains (cotton or soybean or sunflower) in the concentrate, aiming at to  
1388 obtain diets with 150 g / kg DM of crude protein (BP) and 70 g / kg DM of ethereal extract  
1389 (EE). The corn silage was corn silage with concentrate ratio: 60:40. The animals remained  
1390 in confinement until reaching a weight of 510 kg for slaughter. The carcasses were  
1391 weighed in the refrigerator, sawn in half and between the 12th and 13th ribs to measure  
1392 the subcutaneous fat thickness (EGS) and marbling evaluation. Three samples were taken  
1393 for centesimal composition, cholesterol and fatty acid profile. There was no difference in  
1394 the values of moisture, protein, mineral matter, cholesterol and marbling for the different  
1395 treatments. The final live weight (LW) was higher in the treatment with soybean grain  
1396 (544.38kg) than sunflower seed (488.67kg), control group (520kg) and cottonseed  
1397 (522.67kg) were intermediates. The warm carcass weight (PCQ) was lower in the  
1398 sunflower seed treatment (235.10 kg) than in the control group (267.83 kg) and soybean  
1399 grain (267 kg), the treatment with cotton seed (252.83 kg) did not differed from the others.  
1400 EGS was lower in the treatment with sunflower seed (2.4mm) and cottonseed (2.43mm)  
1401 than in the control group (4.75mm), soybean grain (3.3mm) did not differ from the others.  
1402 The ethereal extract was lower in the treatment with sunflower seed (0.59%) than in the  
1403 others. The use of sunflower seed resulted in carcasses and meat with less fat in finishing  
1404 bulls in confinement.

1405

1406 **Keywords:** cholesterol, cottonseed, fatty acid profile, marbling, soybean, sunflower  
1407 seed

## 1408 1 Introdução

1409           Nos últimos anos tem havido um interesse crescente pelo desenvolvimento de  
1410 estratégias nutricionais para manipulação da composição de ácidos graxos na carne  
1411 bovina (Wood et al., 2003). Esse interesse pode ser motivado pela necessidade de  
1412 produzir uma carne mais saudável, reduzindo suas implicações em doenças associadas à  
1413 vida moderna e melhorando sua competitividade com carne de suínos e aves (Fiorentini  
1414 et al., 2012). A nutrição é o principal fator que influencia a composição de ácidos graxos  
1415 da carne, enquanto a nutrição e a genética influenciam o nível de gordura (Scollan et al.,  
1416 2014).

1417           A modificação do perfil dos ácidos graxos de carne para se obter uma proporção  
1418 inferior de ácidos graxos saturados (AGS) é um método viável para produzir uma carne  
1419 mais saudável para o consumidor (Ladeira et al., 2014). Dietas com perfil de ácidos  
1420 graxos diferentes podem ser utilizados como fontes lipídicas para alimentação de  
1421 ruminantes (Fiorentini et al., 2012; Oliveira et al., 2012; Ladeira et al., 2014). No  
1422 entanto, uma limitação para a deposição de ácidos graxos insaturados (UFA) na carne  
1423 de ruminantes é a biohidrogenação no rúmen de UFA (Herdmann et al., 2010).

1424           Processos de lipólise e biohidrogenação de lipídios dietéticos no rúmen  
1425 desempenham um grande papel na nossa capacidade de aumentar os ácidos graxos  
1426 benéficos em carne bovina e, nesse sentido, estratégias para controlar ou proteger lipídios  
1427 dietéticos da biohidrogenação são necessárias (Scollan et al., 2014).

1428           A inclusão de fontes de oleaginosas na dieta de ruminantes, conhecendo a maneira  
1429 como os ácidos graxos são metabolizados no organismo destes animais, é uma estratégia  
1430 para verificar como podem influenciar o perfil lipídico da carne e da gordura de bovinos  
1431 alimentados com diferentes grãos de oleaginosas.

1432

## 1433 2 Material e métodos

### 1434 2.1 Animais e dieta

1435           O estudo foi realizado na fazenda escola da Faculdade de Medicina Veterinária e  
1436 Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – FAMEZ/UFMS, no  
1437 Laboratório de Tecnologia e Processamento de Carnes – Qualicarnes. Foram utilizados  
1438 24 animais machos não-castrados da raça Nelore, com 24 meses de idade, mantidos em  
1439 baias individuais e terminados em confinamento até atingirem peso corporal ao abate de  
1440 510 kg. As dietas experimentais foram formuladas visando obter 150 g/kg MS de proteína  
1441 bruta (PB) e 70 g/kg MS de extrato etéreo (EE) nas dietas contendo grãos inteiros de soja,

1442 semente de girassol, caroço de algodão e controle (Tabela 1). A relação volumoso:  
1443 concentrado foi de 40:60. A água foi fornecida à vontade.

Tabela 1 – Ingredientes e composição das dietas experimentais

Ingredientes	Tratamentos			
	Controle	Algodão	Soja	Girassol
	g/kg MS			
Silagem de milho	400,0	400,0	400,0	400,0
Milho	410,8	259,1	339,2	180,7
Farelo de soja	174,2	73,5	0,0	135,5
Grãos	-	252,3	242,2	268,8
Óleo de soja	-	-	3,6	-
Mineral *	15,0	15,0	15,0	15,0
Composição bromatológica				
Matéria Seca (g/kg MN)	508,9	511,1	511,0	510,7
Matéria Orgânica (g/kg MS)	946,9	944,8	946,9	939,6
Fibra em Detergente Neutro (g/kg MS)	302,8	381,5	314,1	345,3
Proteína Bruta (g/kg MS)	150,0	150,0	150,0	150,0
Extrato Etéreo (g/kg MS)	24,7	70,0	70,0	70,0

\*Composição sódio 100 g/kg; fosforo 88 g/kg; cálcio 176 g/kg; magnésio 8000 mg/kg; enxofre 22 g/kg; zinco 3000 mg/kg; cobre 1000 mg/kg; cobalto 80 mg/kg; iodo 60 mg/kg; selênio 20 mg/kg; flúor 880 mg/kg.

1444 No final do período experimental, os animais foram transportados para um  
1445 frigorífico a 85 km de distância, atordoados e abatidos sob as leis federais de Inspeção  
1446 Higiênico-Sanitária e Abate humanitário (BRASIL, 2017). Após o abate, as carcaças  
1447 foram identificadas, serradas ao longo da coluna vertebral, resultando em duas meias  
1448 carcaças. As mesmas foram pesadas para obtenção do peso de carcaça quente (PCQ) e  
1449 em seguida resfriadas a 0-2° C por 24 horas. Foram retiradas amostras do longissimus  
1450 thoracis (LT), entre a 6<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> costelas e levadas para o Laboratório de Tecnologia e  
1451 Processamento de Carnes da FAMEZ-UFMS para posterior análise. Todos os  
1452 procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de  
1453 Animais (CEUA) processo n° 654/2014 da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

1454

## 1455 2.2 Avaliações quantitativas da carcaça

1456 Após o resfriamento, foram feitas as avaliações de espessura de gordura  
1457 subcutânea (EGS), entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, na carcaça fria, com auxílio de paquímetro  
1458 e a pesagem para obtenção de peso de carcaça fria (PCF).

1459

1460

1461

## 1462 2.3 Gordura intramuscular – Marmoreio

1463

1464 O marmoreio de acordo com o padrão fotográfico AMSA (2001) subdivididos em  
1465 classes (Tabela 2).

1466 Tabela 2 - Escalas de marmoreio e valores numéricos correspondentes.

Escala (Correspondência USDA)	Símbolo	Valor numérico	
TRAÇOS – T  (Slight – SL)	T <sup>-</sup>	267	1
	T <sup>0</sup>	300	2
	T <sup>+</sup>	333	3
LEVE – L  (Small – Sm)	L <sup>-</sup>	367	4
	L <sup>0</sup>	400	5
	L <sup>+</sup>	433	6
PEQUENO – P  (Modest – Mt)	P <sup>-</sup>	467	7
	P <sup>0</sup>	500	8
	P <sup>+</sup>	533	9
MÉDIO – ME  (Moderate – Md)	ME <sup>-</sup>	567	10
	ME <sup>0</sup>	600	11
	ME <sup>+</sup>	633	12
MODERADO – MO  (Slightly Abundant – SLA)	MO <sup>-</sup>	667	13
	MO <sup>0</sup>	700	14
	MO <sup>+</sup>	733	15
ABUNDANTE – AB  (Moderately Abundant – MDA)	AB <sup>-</sup>	767	16
	AB <sup>0</sup>	800	17
	AB <sup>+</sup>	833	18

1467

## 1468 2.4 Composição centesimal

1469 As amostras foram preparadas da seguinte forma, foi retirado tecido conjuntivo e  
1470 gordura subcutânea do bife, em seguida a amostra foi moída em microprocessador de  
1471 carne, identificadas e congeladas.

1472 Para as análises de proteína bruta e matéria foram utilizados, respectivamente, os  
1473 métodos 976.05 e 930.15 descritos por AOAC (2000). O extrato etéreo foi quantificado  
1474 de acordo com método proposto pela AOCS Am 5-04 (2009).

1475

## 1476 2.5 Colesterol

1477 A quantificação de colesterol foi utilizada a metodologia descrita por Saldanha T.  
1478 et al. (2004). Para a fase de extração hexânica, homogeneizou por 10 segundos a 15000  
1479 rpm até a amostra ficar pastosa 2 g de carne com 4 mL de solução aquosa de hidróxido  
1480 de potássio 50% e 6 mL de álcool etílico. A mistura foi levada ao banho maria a 40°C até  
1481 a completa solubilização e deixada por mais 10 minutos a 60°C, após esse período  
1482 adicionou se 5 mL de água destilada e aguardou se o resfriamento dos tubos, logo em  
1483 seguida adicionou se 10 mL de hexano e misturou se em agitador de soluções tipo vórtex  
1484 modelo AP 59 da marca Phoenix Lufenco por 30 segundos, assim que as fases se

1485 separaram a fase hexânica foi retirada com pipeta pasteur e depositada em becker. Esse  
1486 procedimento foi repetida por três vezes e então pipetou se 3 mL do extrato hexânico e  
1487 colocou se em um becker de 25 mL. Aguardou-se que o hexano evaporasse naturalmente,  
1488 restando apenas o resíduo da amostra. Após a evaporação completa do hexano, adicionou  
1489 se 0,5 mL de isopropranol e homogenizou se manualmente até a solubilização da amostra.  
1490 Após, foi adicionado 3,66 mL do reagente enzimático (marca Labtest) e levado ao banho  
1491 maria a 37°C por 10 minutos, e então os tubos foram alocadas em ambiente desprovido  
1492 de luz por 1h30min, para leitura em espectrofotômetro modelo V-M5 (Bel Photonics) a  
1493 499nm.

1494

## 1495 2.6 Perfil de ácidos graxos

1496 A extração de lipídios foi realizada utilizando a metodologia descrita por Folch  
1497 (1957) utilizando clorofórmio e metanol e a metilação, pela combinação de um método  
1498 catalisado por base com metóxido de sódio (NaOCH<sub>3</sub>), seguido de um método catalisado  
1499 por ácido com uma solução de trifluoreto de boro e metanol (BF<sub>3</sub> / MeOH). Todas as  
1500 frações lipídicas (TG, PL, ácidos gordos livres, amidas e éteres alqu-1-enilo) foram  
1501 esterificadas utilizando este método combinado (Nuernberg et al., 2007).

1502 Para fase de extração pesou se 2 g da amostra para carne e 1 g para gordura, e  
1503 colocou se em tubo próprio para misturador tipo Turratec modelo TE-102 da marca  
1504 Tecnal, adicionou se 50 µL de éster metílico de ácido n-nonadecanóico como padrão  
1505 interno (1,5 g C19:0 ME, em 25 mL de clorofórmio / metanol) e 14 mL de clorofórmio /  
1506 metanol 2: 1 v / v, deixou se descansar em geladeira por 30 minutos. Após o período de  
1507 descanso foi homogeneizado em Turratec a 7000 rpm por 10 segundos seguido por 20000  
1508 rpm por 30 segundos, feito isso o tubo foi tampado com papel filme e mantido em  
1509 geladeira.

1510 Foram filtradas com papel filtro e depositadas em tubo graduado, completou se o  
1511 volume do tubo para 15 mL com a solução clorofórmio:metanol 2:1 v/v, agitou se  
1512 manualmente. Em tubo para centrífuga foi adicionado 7,5 mL do filtrado mais 1,9 mL de  
1513 uma solução de lavagem de cloreto de cálcio desidratado para eliminar compostos não  
1514 lipídicos solúveis em água e homogenizado em agitador de soluções tipo vórtex modelo  
1515 AP 59 da marca Phoenix Lufenco por 5 segundos, centrifugou se a 2500 rpm por 2  
1516 minutos a 4°C e o sobrenadante foi descartado. Adicionou se uma pequena colher de  
1517 agente secante (mistura de 20g de carbonato de potássio + 200g de sulfato de sódio

1518 anidro), misturou e cobriu se os tubos, deixando os descansar por uma hora em  
1519 temperatura ambiente.

1520 Homogeneizou se novamente e filtrou com papel filtro, o filtrado foi depositado em  
1521 frascos âmbar esterilizados e pesados, os solventes foram evaporados sob corrente de  
1522 nitrogênio, adicionou se mais 5 mL da solução clorofórmio:metanol 2:1 v/v e evaporou  
1523 sob corrente de nitrogênio por mais duas vezes. Deixou se em dessecador por 30 minutos  
1524 para ser feita a pesagem e obter o valor do conteúdo lipídico total extraído. Adicionou se  
1525 500µl da solução clorofórmio:metanol 2:1 v/v e foi retirado amostra até que o conteúdo  
1526 restante permanecesse ao equivalente a aproximadamente 25 mg de lipídios e manter a -  
1527 20 °C até a metilação.

1528 Para a metilação foram descongeladas as amostras e homogeneizadas em vórtex por  
1529 10 segundos, evaporou se os solventes sob corrente de nitrogênio e adicionou se 300µl  
1530 de toluol e 2 mL de solução de metóxido de sódio 0,5M, colocou se em banho maria a  
1531 60°C por 10 minutos sob agitação. Acrescentou se 1 mL da solução de BF<sub>3</sub> / MeOH 14%  
1532 e novamente no banho maria a 60°C por 10 minutos sob agitação, retirou se do banho  
1533 maria e adicionou 2 mL da solução saturada de sulfato de sódio anidro, o frasco foi  
1534 tampado e deixado em temperatura ambiente por 10 minutos, adicionou se 2 mL de n-  
1535 hexano e agitados em vórtex por 10 segundos, foi transferido a camada superior para um  
1536 tubo de ensaio pequeno e acrescentado mais 1,5 mL de n-hexano e uma pequena colher  
1537 de agente secante, agitou se em vórtex por 10 segundos, filtrou com lã de vidro e  
1538 enxaguando com n-hexano, por último acrescentou 1 mL de n-hexano e transferido para  
1539 tubo vials, mantendo congelado a -20°C até a leitura em cromatógrafo.

1540

## 1541 2.7 Análises estatísticas

1542 Para análise estatística das variáveis peso inicial e final, peso de carcaça quente e  
1543 espessura de gordura subcutânea, os dados foram analisados por análise de variância em  
1544 delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições por  
1545 tratamento, considerando o animal como unidade experimental e as médias comparadas  
1546 pelo teste Tukey, considerando efeitos significativos quando  $p < 0,05$ . Para as variáveis  
1547 proteína, umidade, matéria mineral, extrato etéreo, marmoreio e colesterol o modelo foi:

1548

$$1549 i^{JK} = \mu \pm \text{trat } i \pm e_i^{JK}$$

1550

1551 Em que:

1552  $i^{JK}$  = variável observada



1553  $\mu$  = constante inerente às observações  
 1554 trat  $i$  = efeito do tratamento  $i$   
 1555  $e_i^{JK}$  = erro aleatório referente a observação  $i^{JK}$

### 1556 3 Resultados

1558 Os valores obtidos de peso vivo final (PV final) diferiu significativamente entre os  
 1559 tratamentos (Tabela 3), sendo que os animais do tratamento com grão de soja foram os  
 1560 mais pesados, seguido dos tratamentos controle, caroço de algodão e grão de girassol. No  
 1561 entanto, para peso de carcaça quente (PCQ) os tratamentos controle e grão de soja  
 1562 obtiveram maiores valores. O tratamento controle obteve a maior espessura de gordura  
 1563 subcutânea (EGS) e os tratamentos com semente de girassol e caroço de algodão  
 1564 apresentaram as menores, grão de soja não diferiu entre eles ( $P < 0,05$ ) (Tabela 3).

1565 Os teores de proteína bruta, umidade e matéria mineral do LT não foram alterados  
 1566 ( $P > 0,05$ ) pela adição dos grãos de oleaginosas nas dietas (Tabela 4). O tratamento com  
 1567 grão de girassol apresentou o menor teor de extrato etéreo e os tratamentos com grãos de  
 1568 soja, caroço de algodão e controle não diferiram entre si.

1569 Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para a quantidade de marmoreio entre  
 1570 os tratamentos (tabela 4), porém quando observado a frequência dos escores, nota-se 83%  
 1571 dos animais do tratamento com girassol apresentam escores 3 e 4,67% dos animais do  
 1572 tratamento com algodão apresentam escores superiores (5 e 6), 50% dos animais do  
 1573 tratamento com soja e 83% dos animais do grupo controle.

1574 O nível de colesterol (Tabela 4) não diferiu significativamente entre os  
 1575 tratamentos.

1576 Tabela 3 – Desempenho produtivo de bovinos confinados com dietas contendo diferentes  
 1577 grãos de oleaginosas.

	Tratamentos				EPM	P
	Girassol	Algodão	Soja	Controle		
PV inicial (kg)	311,33	311,00	311,83	311,67	4,022	0,99987
PV final (kg)	488,67 b	522,67 ab	544,38 a	520,00 ab	7,978	0,04594
PCQ (kg/animal)	235,10 b	252,83 ab	267,00 a	267,83 a	4,514	0,00631
EGS (mm)	2,40 b	2,43 b	3,30 ab	4,75 a	0,295	0,00110

1578 \*Médias seguidas por letra minúscula, na mesma linha, diferem entre si pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ). EPM: erro médio  
 1579 padrão.

1580  
 1581  
 1582  
 1583  
 1584  
 1585  
 1586  
 1587  
 1588

1589 Tabela 4 - Efeito de tratamento na composição centesimal, marmoreio e colesterol da  
1590 carne de bovinos alimentados com grãos de oleaginosas.

	Tratamento				EPM	Ptrat
	Girassol	Algodão	Soja	Controle		
PB (%)	20,93	20,94	21,22	21,48	0,151	0,4946
UMIDADE (%)	77,02	76,36	76,14	76,13	0,365	0,2149
MM (%)	1,46	1,47	1,45	1,45	0,017	0,9448
EE (%)	0,59b	1,23a	1,19a	0,94a	0,064	0,0001
Marmoreio**	3,83	4,83	4,83	5,17	0,261	0,2257
Colesterol (mg/100g)	54,56	46,33	44,07	47,19	1,991	0,2387

1591 \*Médias seguidas por letra minúscula, na mesma linha, diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). EPM: erro médio  
1592 padrão. \*\* Marmoreio: 1=traços e 18=abundante.

1593

1594

1595

#### 4 Discussão

1596

1597

1598

1599

1600

1601

1602

1603

1604

1605

1606

1607

1608

1609

1610

1611

1612

1613

1614

1615

1616

1617

1618

1619

A diferença significativa dos valores obtidos de peso vivo final (PV final) e o peso de carcaça quente (PCQ) entre os tratamentos, podem ser explicados pela quantidade de grãos ingeridos, podendo ter havido certa seleção dos grãos pelos animais, já que as dietas foram isoenergéticas, levando a uma possível alteração na fermentação ruminal e nas atividades de bactérias celulolíticas e metanogênicas, causadas pelo alto teor de energia e o excesso de ácidos graxos insaturados presentes na dieta.

Resultados semelhantes foram encontrados por Machado Neto et al. (2012) que trabalharam com novilhos Red Norte alimentados com grão de soja, caroço de algodão, grão de soja com vitamina E e caroço de algodão com vitamina E. Na pesquisa de Ladeira et al. (2014) obtiveram os seguintes valores 497kg e 499kg de PV final e 275kg e 273kg de PCQ em tourinhos Red Norte alimentados com grão de soja moído e gordura protegida respectivamente, não diferindo entre si. No trabalho de Costa et al. (2011) com novilhos Nelore e diferentes níveis de inclusão de algodão, verificaram diminuição linear com o aumento da proporção de caroço de algodão na dieta no PCQ de bovinos.

Os resultados de EGS podem ser explicados pela seletividade dos grãos, pela barreira física que os grãos possuem naturalmente e que diminuem a eficiência na absorção e consequentemente na deposição de gordura, pelo curto período de confinamento e também por serem animais não castrados, por influenciar na taxa de crescimento e a composição corporal.

Oliveira et al. (2013) observaram EGS acima de 6 mm, porém sem diferença significativa, em novilhos zebuínos alimentados com grãos de oleaginosas moídos, sendo grão de soja (7,4 mm), caroço de algodão (7,5 mm), semente de linhaça (6,9 mm) e sem adição de lipídios (7,7 mm). No trabalho de Machado Neto et al. (2012), com novilhos Red Norte, alimentados com grão de soja, caroço de algodão, grão de soja com vitamina

1620 E e caroço de algodão com vitamina E, verificaram valores menores para EGS conforme  
1621 o aumento do nível de caroço de algodão na dieta. Já Costa et al. (2011) verificaram que  
1622 com o aumento da inclusão de caroço de algodão na dieta houve diminuição da EGS em  
1623 novilhos Nelore.

1624 Assim como neste trabalho, Oliveira e colaboradores (2011) pesquisando sobre  
1625 novilhos zebuínos alimentados com oleaginosas (soja, semente de algodão e linhaça) e  
1626 Fiorentini et al. (2018) trabalhando com bovinos Nelore terminados com grão de soja e  
1627 gordura protegida, não verificaram diferença na composição centesimal da carne. No  
1628 entanto, nesta pesquisa o teor de extrato etéreo apresentou diferença significativa, este  
1629 resultado pode ser relacionado com os menores peso de carcaça, menor espessura de  
1630 gordura subcutânea e menor grau de marmoreio que os animais do tratamento com grãos  
1631 de girassol obtiveram, já que as dietas foram isoenergéticas, os animais eram todos  
1632 Nelore, de mesmo sexo e idade. ´

1633 Oliveira et al. (2012) pesquisando sobre touros Nelore alimentados com diferentes  
1634 óleos vegetais protegidos ou não também só verificaram diferença no teor de extrato  
1635 etéreo, onde animais alimentados com óleo de linhaça fresco (2,12%) foi  
1636 significativamente menor do que a da carne daqueles alimentados com óleo de linhaça  
1637 protegido (3,41%), e ainda menor entre os óleos desprotegidos. No entanto, Ladeira et al.  
1638 (2014) verificaram diferenças significativas na carne de animais alimentados com soja  
1639 moída que apresentaram maior teor de umidade e cinzas do que a carne de animais  
1640 alimentados gordura protegida, entretanto, o uso de gordura protegida aumentou o teor  
1641 de proteína e mostrou uma tendência para o aumento do teor de extrato etéreo, que pode  
1642 ser explicado pela redução do teor de umidade no músculo *Longissimus*.

1643 O marmoreio está intimamente relacionado às características sensoriais da carne  
1644 possíveis de serem percebidas e apreciadas pelo consumidor (Costa et al., 2002). O  
1645 depósito de gordura intramuscular se dá até determinado período de terminação, quando  
1646 o animal atinge seu potencial genético e maturidade (Arboitte et al., 2004). Os valores de  
1647 marmoreio podem ser justificados pelas diferenças de EGS e PCQ entre os tratamentos,  
1648 pois de acordo com Costa et al. (2002), há correlação entre marmoreio e aumento linear  
1649 no peso de abate acompanhando os aumentos na espessura de gordura subcutânea e no  
1650 teor gordura na carcaça.

1651 O colesterol encontra-se em diferentes proporções nos tecidos da carcaça, onde os  
1652 lipídios intramusculares apresentam mais colesterol que a gordura subcutânea, sugerindo

1653 que este é, em maior parte, originário das membranas celulares e estruturas intracelulares.  
1654 Os valores médios de colesterol na carne bovina variaram de 36 a 65 mg/100 g de carne.

1655 Diferentemente deste estudo, interações entre a dieta e teor de colesterol na carne  
1656 de animais zebuínos jovens foram observadas por Oliveira et al. (2012) quando testaram  
1657 a inclusão de soja ou óleo de linhaça desprotegidos na dieta dos animais, resultando em  
1658 menor teor de colesterol na carne de animais alimentados com óleos ricos em ácidos  
1659 graxos poli-insaturados. Uma das explicações apresentadas pelos autores é que,  
1660 provavelmente, esses animais estavam usando o colesterol durante o estágio de  
1661 desenvolvimento para produzir hormônios, o qual o colesterol é um precursor.

1662 Nas pesquisas de Costa et al. (2002) com novilhos Red Angus superprecoces e  
1663 Arboitte et al. (2004) com novilhos 5/8 Nelore - 3/8 Charolês, ambos terminados em  
1664 confinamento e abatidos com diferentes pesos, verificaram que quanto maior o peso de  
1665 abate e o grau de marmoreio, maior é a quantidade de colesterol no músculo longissimus,  
1666 sugerindo que essa diferença tenha origem intrínseca, pois segundo Lehninger (1995)  
1667 metade do colesterol do organismo origina-se da produção endógena e o restante seja dos  
1668 alimentos ingeridos.

1669

## 1670 5 Conclusão

1671 A inclusão de grãos de oleaginosas na dieta de bovinos alterou os valores de peso vivo  
1672 final, peso de carcaça quente, espessura de gordura subcutânea e extrato etéreo. O  
1673 tratamento com girassol proporcionou carne com menos teor de gordura e com menores  
1674 pesos de carcaça que o grupo controle.

1675

## 1676 6 Agradecimentos

1677 CNPq e a FUNDECT pelo apoio financeiro.

1678

## 1679 7 Referências

1680 Association of Official Analytical Chemists - AOAC., 2000. Official methods of analysis.

1681 13.ed. Washington: AOAC, 2000.

1682 American Oil Chemist's Society – AOCS., 2009. Methods and recommended practices of  
1683 the AOCS. USA: AOCS, 2009.

1684 American Meat Science Association – AMSA., 2001. Handbook Meat Evaluation. 2001.

- 1685 Arboitte, M. Z., Restle, J., Alves Filho, D. C., Brondani, I. L., Pacheco, P. S., Menezes,  
1686 L. F. G., Perottoni, J. (2004). Composição Física da Carcaça, Qualidade da Carne e  
1687 Conteúdo de Colesterol no Músculo Longissimus dorsi de Novilhos 5/8 Nelore -  
1688 3/8 Charolês Terminados em Confinamento e Abatidos em Diferentes Estádios de  
1689 Maturidade. *R. Bras. Zootec.*, 33, 959-968.
- 1690 Brasil - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2017). Regulamento da  
1691 Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), 2017.
- 1692 Costa E. C. C., Restle J., Brondani I. L., Perottoni J., Faturi C., Menezes L. F. G. (2002).  
1693 Composição Física da Carcaça, Qualidade da Carne e Conteúdo de Colesterol no  
1694 Músculo Longissimus dorsi de Novilhos Red Angus Superprecoces, Terminados  
1695 em Confinamento e Abatidos com Diferentes Pesos. *R. Bras. Zootec.*, 31,417-428.
- 1696 Costa, Q. P. B., Wechsler, F. S., Costa, D. P. B., Polizel Neto, A., Roça, R. O., Brito T.  
1697 P. (2011). Desempenho e características de carcaças de bovinos alimentados com  
1698 dietas com caroço de algodão. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 63, 729-735.
- 1699 Fiorentini, G., Berchielli, T. T., Santana, M. C. A., Dian, P. H. M., Reis, R. A., Sampaio,  
1700 A. A. M., Biehl, M. V. (2012). Qualitative characteristics of meat from confined  
1701 crossbred heifers fed with lipid sources. *Sci. Agric.*, 69, 336-344.
- 1702 Fiorentini, G., Santana, M. O., Messana, J. D., Valente, A. L. S., Harter, C. J., Rabelo, C.  
1703 H. S., Barbero, R. P., Lanna, D. P. D., Reisa, R. A., Berchielli, T. T. (2018). Effect  
1704 of lipid sources on fatty acid profiles of meat from pasture- and feedlot-finished  
1705 Nellore bulls. *Livestock Science*, 211, 52–60.
- 1706 Folch, J., Lees, M., Stanley, G. H. S. (1957). A simple method for the isolation and  
1707 purification of total lipids from animal tissue. *Journal of Biological Chemical*, 226,  
1708 497-509.
- 1709 Herdmann, A., Martin, J., Nuernberg, G., Dannenberger, D., Nuernberg, K. (2010). Effect  
1710 of dietary n-3 and n-6 PUFA on lipid composition of different tissues of German  
1711 Holstein bulls and the fate of bioactive fatty acids during processing. *Journal of*  
1712 *Agricultural and Food Chemistry*, 58, 8314-8321.
- 1713 Ladeira, M. M., Santarosa, L. C., Chizzotti, M. L., Ramos, E. M., Machado Neto, O. R.,  
1714 Oliveira, D. M., Carvalho, J. R. R., Lopes, L. S., Ribeiro, L. S. (2014). Fatty acid  
1715 profile, color and lipid oxidation of meat from young bulls fed ground soybean or  
1716 rumen protected fat with or without monensin. *Meat Science*, 96, 597-605

- 1717 Lehninger, A. L., Nelson, D. L., Cox, M. M.; traduzido por Arnaldo Antonio Simões,  
1718 Wilson Roberto Navega Lodi. (1995). Principles of biochemistry. (2.ed. São Paulo:  
1719 Sarvier).
- 1720 Machado Neto, O. R., Ladeira, M. L., Chizzotti, M. L., Mendes, J. A., Oliveira, D. M.,  
1721 Carvalho, J. R. R., Ribeiro, J. S. (2012). Performance, carcass traits, meat quality  
1722 and economic analysis of feedlot of young bulls fed oilseeds with and without  
1723 supplementation of vitamin E. *R. Bras. Zootec.*, 41, 1756-1763.
- 1724 Oliveira, D. M., Ladeira, M. M., Chizzotti, M. L., Machado Neto, O. R., Ramos, E. M.,  
1725 Gonçalves, T. M., Bassi, M. S., Lanna, D. P. D., Ribeiro, J. S. (2011). Fatty acid  
1726 profile and qualitative characteristics of meat from Zebu steers fed with different  
1727 oilseeds. *Journal of Animal Science*, 89, 2546-2555.
- 1728 Oliveira, E. A., Sampaio, A. A. M., Henrique, W., Pivaro, T. M., Rosa, B. L., Fernandes,  
1729 A. R. M., Andrade, A. T. (2012). Quality traits and lipid composition of meat from  
1730 Nellore young bulls fed with different oils either protected or unprotected from  
1731 rumen degradation. *Meat Science*, 90, 28–35.
- 1732 Oliveira, D. M., Ladeira, M. M., Chizzotti, M. L., Bassi, M. S., Machado Neto, O. R.,  
1733 Busato, K. C. (2013). Carcass characteristics of zebu steers receiving different  
1734 oleaginous grains. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 35, 301-306.
- 1735 Saldanha, T., Mazalli, M. R., Braganolo, N. (2004). Avaliação comparativa entre dois  
1736 métodos para determinação do colesterol em carnes e leite. *Ciência e Tecnologia  
1737 de Alimentos*, 24, 109-113.
- 1738 Scollan, N. D., Dannenberger, D., Nuernberg, K., Richardson, I., MacKintosh, S.,  
1739 Hocquette, J. F., Moloney, A. P. (2014). Enhancing the nutritional and health value  
1740 of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Science*, 97, 384–394.
- 1741 Wood, J. D., Richardson, R. I, Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E.,  
1742 Sheard, P. R., Enser, M. (2003). Effects of fatty acids on meat quality: a review.  
1743 *Meat Science*, 66, 21–32.
- 1744
- 1745 5 Considerações finais
- 1746 A inclusão de grãos de oleaginosas na dieta de bovinos alterou a quantidade de  
1747 lipídios e os aspectos sensoriais da carne. O fornecimento de grãos de soja resultou em  
1748 carnes com melhor avaliação pelos consumidores para maciez, sabor e suculência.