

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

Diego Soares Machado

**USO DE AVEIA BRANCA EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO NAS  
CARACTERÍSTICAS PÓS-ABATE DE BOVINOS CONFINADOS SEM  
VOLUMOSO**

Santa Maria, RS, Brasil  
2018

**Diego Soares Machado**

**USO DE AVEIA BRANCA EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO NAS  
CARACTERÍSTICAS PÓS-ABATE DE BOVINOS CONFINADOS SEM  
VOLUMOSO**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de concentração em Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Zootecnia**.

Orientador: Prof. Dr. Dari Celestino Alves Filho

Santa Maria, RS

2018

Machado, Diego Soares

USO DE AVEIA BRANCA EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO NAS  
CARACTERÍSTICAS PÓS-ABATE DE BOVINOS CONFINADOS SEM  
VOLUMOSO / Diego Soares Machado.- 2018.

73 f.; 30 cm

Orientador: Dari Celestino Alves Filho

Coorientador: Ivan Luiz Brondani

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós  
Graduação em Zootecnia, RS, 2018

1. Confinamento 2. Perfil lipídico 3. Peso de corpo  
vazio 4. Qualidade da carne I. Alves Filho, Dari  
Celestino II. Brondani, Ivan Luiz III. Título.

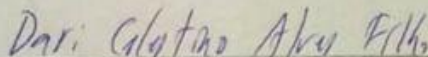
Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Diego Soares Machado

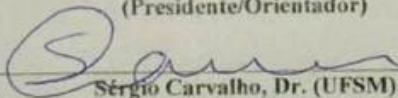
**USO DE AVEIA BRANCA EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO NAS  
CARACTERÍSTICAS PÓS-ABATE DE BOVINOS CONFINADOS SEM  
VOLUMOSO**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia,  
Área de concentração em Produção Animal, da  
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM,  
RS), como requisito parcial para obtenção do  
grau de **Doutor em Zootecnia**.

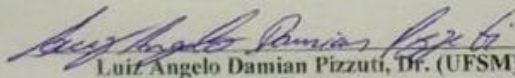
Aprovado em 14 de Setembro de 2018:



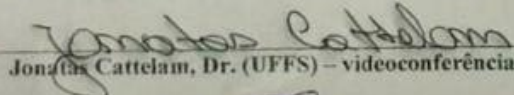
Dari Celestino Alves Filho, Dr. (UFSM)  
(Presidente/Orientador)



Sérgio Carvalho, Dr. (UFSM)



Luiz Angelo Damian Pizzuti, Dr. (UFSM)



Jonathan Cattelan, Dr. (UFFS) – videoconferência

  
Patricia Alessandra Meneguzzi Metz Daniehl, Dr. (IFFar – Campus Alegrete)

Santa Maria, RS  
2018

## DEDICATÓRIA

*Ao meu pai **Amauri Pinheiro Machado** e minha mãe **Francisca Soares Machado** que sempre foram exemplos de pessoas íntegras e nunca mediram esforços para proporcionar que eu realizasse meus sonhos com relação aos estudos. Agora poderei dizer, depois de tantos anos de sala de aula que volto pra casa um verdadeiro Doutor*

*A vocês dedico!!!*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por permitir que eu esteja hoje aqui concluindo mais esta importante etapa em minha vida.

Agradeço aos meus pais, pelo apoio incondicional durante toda minha trajetória de vida até aqui, pela compreensão nos momentos de ausência para dedicar-me aos estudos e principalmente pelo exemplo de vida digna que me proporcionaram.

Agradeço a minha amada Alexandra Viana, pelo companheirismo, compreensão, carinho e amor demonstrados nestes seis anos e meio juntos. Amo muito você e desejo-lhe a realização de todos os sonhos! Agradeço também à sua família (Os Viana's) que me acolheram sempre, como se fora da família.

Agradeço aos meus irmãos, Luis Maurício e José Francisco por todo apoio que sempre deram a este irmão mais novo. Vocês são verdadeiros exemplos de homens íntegros e de dedicação exemplar ao serviço, mesmo que pesado. Agradeço também neste tópico às minhas cunhadas e amigas Ivani e Maria.

Agradeço aos sobrinhos (as) tanto filhos (as) dos meus irmãos ou da minha irmã, como os filhos dos meus cunhados, e também filhos dos meus sobrinhos. Agradeço aqui também aos afilhados (as). Vocês são fonte de inspiração e catalisadores de energia para cada retomada pós-final de semana ou período de férias. Fica aqui meu pedido de desculpas por não poder ser mais presente.

Agradeço **muito especialmente** à minha irmã Maira e minha tia Gilsa (Tita) que durante grande período de tempo me acolheram em suas casas, para que eu pudesse realizar o sonho de sair do campo, onde não havia nem mesmo energia elétrica e realizar o sonho de estudar e buscar conhecimento. Sem vocês o caminho teria sido muito mais espinhoso ou até mesmo impossível de ser percorrido.

Agradeço aos professores que conduzem o Laboratório de Bovinocultura de Corte (LBC – UFSM), Ivan Luiz Brondani e Dari Celestino Alves Filho, pelo acolhimento, pelos ensinamentos acadêmicos e “pra vida” e orientação desde minha chegada ao Laboratório, no início de 2008 até os dias de hoje. Com relação a esta obra, agradeço especialmente, ao meu orientador professor Dari, pois tive o prazer em ser seu orientado desde o estágio final de curso, passando pelo curso de Mestrado e agora no curso de Doutorado. Sua dedicação e forma de conduzir a orientação auxiliam muito no desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos.

Agradeço muito também ao meu colega e parceiro de experimento Lucas Braido Pereira, cara tu és um exemplo de profissional. Foram alguns projetos, muita discussão, cálculos, esbarrando em limitações técnicas ou financeiras, mas graças a Deus e o auxílio de todos saíram os trabalhos de nossas teses.

Agradeço a todos os profissionais formados e em formação que compõem ou compuseram a equipe do LBC, pessoas fantásticas, sem as quais não seria possível a realização de inúmeros estudos. Para evitar qualquer injustiça, que com certeza cometeria, não vou citar nomes. Mas, sou eternamente grato a todos. Equipe sensacional, que levarei sempre em meu coração.

Agradeço a todos os professores que tive ao longo de todos estes anos de sala de aula. Da mesma forma não citarei para não ser injusto, em menor ou maior grau todos foram importantes. Peço licença para fazer referência à minha primeira professora Noemy, que me ensinou a ler, escrever e fazer as primeiras contas na escola Padre José Anchieta, na localidade de Itaqui, São Pedro do Sul – RS. Quando o alicerce é forte sustenta qualquer edificação!

Agradeço a CAPES pela concessão da Bolsa de estudos, permitindo cursar o Doutorado, com dedicação exclusiva e principalmente com tranquilidade financeira. Agradeço também às pessoas geniais que trabalham com tecnologias da informação e comunicação, que criaram plataformas digitais de pesquisa, e facilitaram muito a vida dos pesquisadores e pós-graduandos em qualquer lugar do mundo.

Aqui fica meu sincero muito obrigado!

## RESUMO

### USO DE AVEIA BRANCA EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO NAS CARACTERÍSTICAS PÓS-ABATE DE BOVINOS CONFINADOS SEM VOLUMOSO

AUTOR: Diego Soares Machado  
ORIENTADOR: Dari Celestino Alves Filho

Objetivou-se avaliar a substituição do milho por aveia branca, em dieta sem volumoso, sobre características pós-abate de bovinos machos não castrados. Foram utilizados 45 animais, oriundos do cruzamento entre as raças Charolês x Nelore, com idade e peso iniciais de  $18 \pm 0,22$  meses e  $270,92 \pm 30,97$  kg, respectivamente. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. Os novilhos foram aleatoriamente distribuídos conforme o nível de substituição do grão de milho por grão de aveia branca, sendo: 0; 25; 50; 75 e 100%. As dietas foram compostas por 85% de grãos + 15% de núcleo mineral-proteico-vitamínico. Os rendimentos de carcaça quente e fria apresentaram comportamento quadrático, com a inclusão do grão de aveia branca, como substituto do grão de milho. Todavia, não houve influência das dietas sobre as demais características quantitativas da carcaça. Os componentes não carcaça foram avaliados quanto a sua participação relativa no peso de corpo vazio. A inclusão do grão de aveia branca promoveu redução linear nos pesos de pulmão, coração, somatório de órgãos internos, sangue, rúmen-retículo e somatório de gorduras cardíaca, renal e pélvica. Em contrapartida, os pesos de omaso e abomaso apresentaram elevação linear com a substituição do grão de milho por grão de aveia branca. A substituição do milho por aveia branca reduziu linearmente os valores de coloração ( $a^*$ ,  $b^*$  e  $L^*$ ) da gordura subcutânea. Verificou-se efeito quadrático sobre a força de cisalhamento e a quebra ao descongelamento, com pontos de máxima, para ambas as características entre 29 e 34% de aveia branca, respectivamente. Dentre as características sensoriais, a palatabilidade apresentou ajuste quadrático, em que o ponto de mínima foi com 52,22% de aveia branca. O ácido láurico (C12:0) apresentou comportamento quadrático. O aumento dos níveis de aveia branca na dieta reduziu linearmente a participação dos ácidos graxos C18:1 trans-10 + C18:1 trans-11, e elevou linearmente a participação do di-homo- $\gamma$ -linolênico (C20:3 n-6). O total de ácidos graxos saturados (45,73%) monoinsaturados (45,83%) e poli-insaturados (8,03%), assim como, a relação poli-insaturados/saturados e os índices de aterogenicidade e trombogenicidade foram similares entre as dietas. A inclusão de aveia branca, em substituição ao milho, na dieta de bovinos confinados sem volumoso reduz a participação relativa de órgãos vitais, sangue e gordura visceral. Quanto maior a inclusão de aveia branca na dieta, em substituição ao milho, menor tornar-se-á a intensidade de amarelo da gordura subcutânea. A mistura de aveia branca e milho, entre 29 e 34%, tende a aumentar a perda de líquidos no descongelamento, tornando a carne levemente menos macia e menos palatável. A substituição do milho por aveia branca, em dietas sem volumoso para bovinos, permite a obtenção de carnes com perfil lipídico muito semelhante.

**Palavras-chave:** Confinamento. Perfil lipídico. Peso de corpo vazio. Qualidade da carne.



## ABSTRACT

### WHITE OAT USE IN CORN REPLACEMENT IN THE POST-SLAUGHTER CHARACTERISTICS OF CONFINED BOVINES WITHOUT ROUGHAGE

AUTHOR: Diego Soares Machado  
ADVISER: Dari Celestino Alves Filho

The objective of this study was to evaluate the replacement of corn by white oat, in a non-roughage diet, on post-slaughter characteristics of non-castrated male bovines. Forty-five Charolais x Nellore crossbred animals, with initial age and weight of 18 months and 270.92 kg, respectively, were used. The experimental design was completely randomized. The steers were randomly distributed according to the level of replacement of the corn grain by white oat grain, being: 0; 25; 50; 75 and 100%. The diets were composed of 85% grain + 15% mineral-protein-vitamin nucleus. The hot and cold carcass yields presented quadratic behavior, with the inclusion of white oat grain as a substitute for corn grain. However, there was no influence of the diets on the other quantitative characteristics of the carcass. The non-carcass components were evaluated for their relative participation in empty body weight. The inclusion of white oat grain promoted a linear reduction in lung, heart, sum of internal organs, blood, rumen-reticulum and sum of cardiac, renal and pelvic fat. In contrast, omasum and abomasum weights presented a linear increase with the substitution of corn grain for white oat grain. Replacement of corn with white oats linearly reduced the coloring values ( $a^*$ ,  $b^*$  and  $L^*$ ) of subcutaneous fat. There was a quadratic effect on the shear force and the thawing loss, with maximum points, for both characteristics between 29 and 34% of white oats, respectively. Among the sensorial characteristics, the palatability presented a quadratic adjustment, in which the minimum point was 52.22% of white oat. The lauric acid (C12: 0) presented quadratic behavior. The increase in white oat levels in the diet linearly reduced the participation of C18:1 trans- 10 + C18:1 trans- 11 fatty acids and linearly increased the participation of di-homo- $\gamma$ -linolenic (C20: 3 n-6). The total saturated (45.73%) monounsaturated (45.83%) and polyunsaturated (8.03%) fatty acids, as well as the polyunsaturated/saturated ratio and the atherogenicity and thrombogenicity index were similar between the diets. The inclusion of white oat as a substitute for corn in a non roughage diet for cattle reduces the relative participation of vital organs, blood and visceral fat. The greater the inclusion of white oats in the diet, in substitution to corn, the lower the yellow intensity of the subcutaneous fat will become. The mixture of white oats and corn, between 29 and 34%, tends to increase the loss of liquids in thawing, making the meat slightly less tender and less palatable. The replacement of corn grain by white oat grain in non-roughage diet for cattle allows the obtainment of meat with a very similar lipid profile.

**Keywords:** Empty body weight. Feedlot. Lipid profile. Meat quality.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Rendimentos de carcaça quente e fria (% do peso de abate) de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso. ....	35
Figura 2 – Pesos de coração e pulmão (% PCV) de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso. ...	39
Figura 3 – Peso de sangue e somatório de órgãos internos (% PCV) de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso. ....	39
Figura 4 – Somatório das gorduras cardíaca, renal e inguinal e peso de rúmen-retículo (% PCV) de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso. ....	40
Figura 5 – Pesos de omaso e abomaso (% PCV) de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso. ...	41

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

Tabela 1 – Participação dos ingredientes e composição bromatológica das dietas.....	32
Tabela 2 – Consumo de matéria seca e nutrientes por novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso. ...	32
Tabela 3 – Características da carcaça de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso.....	34
Tabela 4 – Características métricas e cortes primários da carcaça de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso. ....	36
Tabela 5 – Composição tecidual da carcaça de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso. ....	37
Tabela 6 – Órgãos vitais, trato digestivo e gorduras internas de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso. ....	38

### CAPÍTULO II

Tabela 1 – Participação dos ingredientes e composição bromatológica das dietas.....	48
Tabela 2 – Valores de coloração da carne e da gordura de cobertura de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso.....	51
Tabela 3 – Valores de pH, marmoreio, shear force, maciez, palatabilidade, suculência, quebra ao descongelamento e quebra a cocção da carne de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso. ...	53
Tabela 4 – Perfil de ácidos graxos no músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso. ....	56
Tabela 5 – Perfil lipídico da carne de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso.....	59

## **LISTA DE ANEXOS**

<b>ANEXO A – CERTIFICADO DE APROVAÇÃO PELA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA.....</b>	<b>72</b>
--	-----------

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1	HIPÓTESE.....	16
1.2	OBJETIVOS.....	16
1.2.1	Objetivo geral.....	16
1.2.2	Objetivos específicos.....	17
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
2.1	DIETAS SEM VOLUMOSO PARA BOVINOS.....	18
2.2	USO DO MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE.....	19
2.3	USO DA AVEIA BRANCA NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE.....	20
2.4	DIETAS DE ALTO GRÃO NAS PARTES NÃO INTEGRANTES DA CARÇAÇA ..	21
2.5	DIETAS DE ALTO GRÃO NAS CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA.....	22
2.6	DIETAS DE ALTO GRÃO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E SENSORIAIS DA CARNE .....	24
2.7	DIETAS DE ALTO GRÃO NO PERFIL LIPÍDICO DA CARNE .....	25
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>28</b>
	<b>CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E COMPONENTES NÃO CARÇAÇA DE NOVILHOS CONFINADOS SEM VOLUMOSO, COM SUBSTITUIÇÃO DO MILHO POR AVEIA BRANCA.....</b>	<b>28</b>
	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>29</b>
	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>30</b>
	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>34</b>
	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>42</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>42</b>
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>45</b>
	<b>QUALIDADE DA CARNE DE NOVILHOS CONFINADOS COM SUBSTITUIÇÃO DO MILHO POR AVEIA BRANCA EM DIETA SEM VOLUMOSO .....</b>	<b>45</b>
	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>46</b>
	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>47</b>
	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>51</b>
	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>61</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>62</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>65</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>67</b>

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXO A – CERTIFICADO DE APROVAÇÃO PELA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA.....</b>	<b>72</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de dietas com altas proporções de concentrado têm aumentado nos confinamentos brasileiros, voltados à terminação de bovinos de corte. Oliveira e Millen (2014) relataram que o nível de inclusão de concentrado nas dietas dos confinamentos brasileiros é, em média de 79%, o qual é 7,8% superior em comparação ao levantamento anterior realizado por Millen et al. (2009).

Com a incorporação no Brasil da tecnologia de terminação de bovinos somente com grãos, acrescidos de núcleo proteico, a utilização do confinamento tornou-se ainda mais flexível, pela maior facilidade de operacionalização. Esse sistema é vantajoso e de fácil implantação, pois, a ausência do fornecimento de volumoso reduz o manejo pelos funcionários e os gastos que envolvem a produção e o armazenamento do alimento volumoso na propriedade (DIAS et al., 2016). Porém, dentre os entraves à adoção dessa tecnologia estão, a disponibilidade e o custos dos grãos em determinadas regiões.

O principal cereal utilizado em confinamentos sem volumoso é o milho, por sua disponibilidade e adequado valor nutricional. De acordo com Paulino et al. (2013), a mistura mais comumente utilizada nessas dietas é composta por 85% de milho e 15% de pellet proteico-mineral-vitamínico, que também contém aditivos alimentares utilizados para regular consumo e minimizar a incidência de distúrbios metabólicos.

Embora na safra 2016/17 o Brasil tenha se destacado como o terceiro maior produtor mundial de milho, atingindo 96 milhões de toneladas do grão (FUMAGALLI et al., 2017), esse cereal é o principal ingrediente de dietas de aves e suínos, além da alimentação humana e confecção de biodiesel. Com isso, sua utilização para ruminantes pode inviabilizar-se economicamente. No entanto, Córdova et al. (2015) relatam que no Brasil, especialmente na região Sul, existem perspectivas favoráveis à produção de cereais de inverno que podem ser utilizados como alimentos alternativos na alimentação animal, como triticale, a aveia e a cevada.

Dessa forma, a utilização do grão de aveia branca, bastante cultivada nessa região do país, com área plantada de 189,5 mil ha (CONAB, 2016), principalmente como planta de cobertura, em áreas cultivadas com soja, pode tornar-se potencial fonte de substituição ao milho na alimentação animal.

As potencialidades de utilização do milho e da aveia branca na alimentação de ruminantes vêm sendo pesquisadas. A substituição total do milho pela aveia branca, em dieta sem volumoso para bovinos confinados foi avaliada por Cattelan et al. (2018a), sobre

características de carcaça, em que a dieta com aveia branca reduziu o rendimento de carcaça, mas sem alterar as demais características. Quanto à possibilidade de sinergismo na utilização de duas fontes de carboidratos em dieta sem volumoso, Callegaro (2014) ao utilizar grão aveia branca, casca do grão de soja ou a mistura de ambas, observou resposta positiva para o desempenho do animal na dieta com mistura. O autor refere-se à maximização da eficiência de crescimento microbiano, através da sincronização na degradação de carboidratos e proteínas dos diferentes ingredientes, como responsável por essa resposta.

Com a adoção das dietas sem volumoso, os nutricionistas e produtores precisam atentar não só as condições de adaptação e resposta em desempenho dos animais, mas também a características avaliadas *post mortem*, que atendem a anseios da indústria e do consumidor final. Quando a dieta com baixa proporção de concentrado (30%) foi confrontada com de alta proporção (70%), a força de cisalhamento e avaliação sensorial da carne foram semelhantes entre as dietas (COSTA et al., 2012). Porém, esses autores verificaram que a dieta com maior participação de concentrado aumentou a participação de ácidos graxos saturados na carne. Segundo Arruda et al. (2012) é crescente o interesse dos consumidores por carne mais saudável, com base na avaliação do perfil lipídico, no conteúdo de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados, séries  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3 e relações entre os atributos citados.

Portanto o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes proporções de aveia branca em substituição ao milho sobre características de carcaça, componentes não carcaça e qualidade da carne de novilhos não castrados, alimentados com dieta sem volumoso.

## 1.1 HIPÓTESE

A substituição do grão de milho por grão de aveia branca, em níveis crescentes, altera as características pós-abate de novilhos não castrados alimentados com dietas sem volumoso.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Gerar informações técnicas e científicas sobre características de carcaça, componentes não carcaça e qualidade da carne de novilhos não castrados, terminados com dietas sem volumoso, com substituição parcial ou total do milho por aveia branca.



### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Avaliar a substituição do grão de milho por grão de aveia branca, em dieta sem volumoso, sobre o desenvolvimento dos componentes não carcaça de novilhos confinados.
- Avaliar a substituição do grão de milho por grão de aveia branca, em dieta sem volumoso, sobre a composição física e o rendimento das carcaças de novilhos confinados.
- Avaliar a substituição do grão de milho por grão de aveia branca, em dieta sem volumoso, sobre as características organolépticas e o perfil lipídico da carne de novilhos confinados.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 DIETAS SEM VOLUMOSO PARA BOVINOS

A alta produção brasileira de grãos e de resíduos deu suporte aos incrementos na inclusão de grãos às dietas de bovinos. Nas principais regiões produtoras do país, a preços atuais, o custo por unidade de energia, independentemente de sua forma de expressão é, normalmente, menor para os grãos, favorecendo o uso de dietas mais pesadas ou quentes, como são comumente chamadas no dia a dia por nutricionistas e pecuaristas envolvidos com a atividade de confinamento no país (PAULINO et al., 2010). Além disso, a manipulação de forragens, quando minimizada, permite obter melhor eficiência operacional nas etapas de mistura e distribuição da dieta, estimulando a redução de seu uso em dietas de confinamento de maior porte.

Em contrapartida a elevação na proporção de concentrado na dieta, raramente não estará associada a incrementos também nos custos de produção. Contudo, Marcondes et al. (2011) sugerem que no Brasil o uso dessas dietas pode se tornar viável, em função da grande produção de grãos e de subprodutos agroindustriais em determinadas regiões. Segundo Paulino et al. (2013) a dieta se caracteriza pela grande praticidade em fornecer aos animais confinados somente dois ingredientes: o milho (*Zea mays*, L.) e o *pellet* concentrado proteico, vitamínico e mineral, ajustado ao desafio desse tipo de dieta. A proporção mais indicada e utilizada da dieta é de 85% de milho inteiro e 15% do *pellet* concentrado. Outro aspecto relevante na utilização de dietas ricas em grãos é a redução na emissão de metano, importante gás na formação do efeito estufa. Kurihara et al. (1999) quantificaram a produção de metano em bovinos da raça Brahman alimentados com dietas à base de grãos e com forragens de média e baixa digestibilidade e verificaram que as perdas de energia bruta na forma de metano foram menores em dietas de alto grão (6,7%), enquanto as dietas com forragens tiveram perdas de 10,4 e 11,4%.

O uso de dietas sem forragem apresenta, juntamente com suas vantagens, vários riscos e desafios, justamente por não ter forragem em sua composição, pois os animais tornam-se mais susceptíveis a desordens metabólicas, especialmente quando o manejo nutricional é mal feito (PAULINO et al., 2013). Logo, a utilização destas dietas pressupõe a necessidade de que os grãos sejam de qualidade conhecida e fornecidos sem nenhum tipo de processamento. Isto se deve ao estímulo a ruminação que pode ser desencadeado pela epiderme dos grãos. Em seus estudos Pordomingo et al. (2002) observaram que o fornecimento do grão inteiro

estimula a mastigação e a ruminação, fazendo com que ocorra produção da saliva que constitui-se no tampão natural para controle do pH ruminal. Todavia, Owens et al. (1998) ressaltam que dietas contendo alta quantidade de amido aumentam a disponibilidade de glicose livre e estimulam o crescimento de diversas bactérias, aumentando a produção de ácidos graxos voláteis (AGV) e diminuindo o pH ruminal.

Buscando minimizar os efeitos deletérios das dietas ricas em grãos para bovinos, vêm sendo pesquisados alguns aditivos nas dietas, como no caso de Vyas et al. (2015), que avaliaram o uso de ácidos orgânicos para controlar a acidose ruminal subaguda e os padrões de fermentação. Contudo os autores concluíram que a suplementação com ácidos orgânicos (alto e baixo teor dos ácidos fumárico e málico) não teve efeito significativo sobre os parâmetros de fermentação ruminal e não foram eficazes para controlar a acidose ruminal subaguda, em comparação com grupo controle (dieta de alto concentrado, sem ácido orgânico). Entre as premissas básicas para a obtenção de resultados satisfatórios em dietas com elevada participação de grãos está a escolha assertiva do manejo alimentar na adaptação. Brown et al. (2006) após revisão de literatura sobre o período de adaptação, colocam como implicações que prejudicam o desempenho animal nesse tipo de confinamento, a oferta de alimentos à vontade ou o período de adaptação menor que quatorze dias. Além, disso os autores citam que deve ser levado em conta o fato que há variabilidade na capacidade dos animais a adaptar-se a dietas ricas em cereais.

## 2.2 USO DO MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial e segundo maior exportador de milho, tendo estimado para o final da safra 2017/2018 a colheita de 80,79 milhões de toneladas do grão (CONAB, 2018). Paes (2006) relata que, dentre os grãos de cereais, o milho é o ingrediente mais empregado na alimentação animal, sendo cerca de 70% da produção mundial é destinada à alimentação animal. A composição média da matéria seca do grão do milho constitui-se em 72% de amido, 9,5% de proteína, 9,0% de fibra e 4,0% de extrato etéreo (PAES, 2006). No caso de bovinos de corte, esse insumo é mais utilizado na fase de terminação devido ao seu elevado valor energético.

Conforme relatado anteriormente, o milho é rico em amido, importante fonte de energia para ruminantes. De acordo com Gómez et al. (2016) esse carboidrato é geralmente utilizado para melhorar os parâmetros de fermentação no rúmen, o que otimiza a utilização dos carboidratos estruturais e aumenta o fluxo de proteína para o intestino delgado do animal.

Em pesquisa com nutricionistas dos confinamentos brasileiros, 87,9% destes citaram o milho como o primeiro grão a compor as dietas (OLIVEIRA e MILLEN, 2014).

No caso específico de dietas sem volumoso o principal grão utilizado também é o milho, em virtude dos motivos mencionados acima, como disponibilidade do grão, características nutricionais e pequena variação na sua composição química, facilitando a predição do desempenho animal, por parte dos nutricionistas. Outro aspecto a ser considerado é que essa tecnologia foi desenvolvida e importada dos Estados Unidos, onde a produção e utilização do milho na alimentação de bovinos se dão em larga escala. Inclusive os núcleos minerais proteicos desenvolvidos para esta tecnologia por pesquisadores e nutricionistas, são voltados ao “fechamento” de nutrientes para atender os requerimentos dos animais.

Com relação à fermentação do grão de milho, em dietas sem volumoso, Krueger et al. (2010) avaliaram dietas à base de grão de milho inteiro associado ou não a fontes de tanino. Após adaptação dos animais por 30 dias, os autores fizeram coletas nos dias 0; 21 e 42 de período experimental, sem observar diferenças nos padrões fermentativos. Valores médios para a dieta controle foram: pH do fluido ruminal 6,32; metano 19,73  $\mu\text{mol/ml}$ ; amônia 2,31 mg/L; acetato 52,26 mol/100mol (53,53%); propionato 34,79 mol/100mol (35,63%); butirato 10,57 mol/100mol (10,84%) e relação acetato: propionato 1,48. Os resultados obtidos por estes autores confirmam a redução do acetato e aumento proporcional de propionato, em dietas à base de milho.

Para Grandini (2009) a dieta com grão de milho inteiro deve ser encarada como uma alternativa alimentar para a terminação de bovinos de corte em regiões que não há volumoso ou há grande dificuldade em se produzir silagem, ou em áreas voltadas a grande produção de cereais. A utilização dessas dietas, também pode ser considerada como estratégia de mercado, auxiliando aos produtores, para a entrega de gado apto ao abate, com acabamento de carcaça adequado, em épocas de escassez de forragem e tendência de maior remuneração.

### 2.3 USO DA AVEIA BRANCA NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE

Especificamente no Sul do Brasil no período hibernal tem-se a produção de aveia branca (*Avena sativa* L.), muitas vezes utilizadas como cobertura vegetal em áreas de sucessão a culturas anuais de verão. O grão de aveia branca pode ser uma importante fonte alimentar tanto para humanos como para utilização na alimentação animal, pelo seu considerável valor nutricional, com valor de mercado menor que o praticado para o milho. A

estimativa de produção brasileira deste cereal para o inverno de 2016 foi de 351 mil toneladas (CONAB, 2016).

De acordo com Gómez et al. (2016) a concentração de amido no grão de aveia é de 58,1% e a degradabilidade ruminal de 92,7 – 94%. Além disso, a aveia branca mostra-se promissora em dietas sem volumoso pela sua composição fibrosa, pois, segundo Peixoto et al. (1985) a aveia na alimentação de ruminantes comporta-se como um “concentrado-volumoso”, em função do maior teor de fibra em detergente neutro, mas principalmente pelo teor de fibra efetivamente ativa, que contribui no processo de ruminação dos animais.

Borges et al. (2011) avaliaram níveis de substituição de até 30% do milho inteiro por aveia preta na dieta de cordeiros, e observaram que a inclusão de aveia, em substituição ao milho grão inteiro em até 30% da ração, não alterou os altos índices de desempenho no confinamento com rações com elevada proporção de grãos. Para bovinos, Argenta (2015) verificou que a substituição total do milho por aveia branca, em dieta sem volumoso (85% de grãos + 15% de núcleo mineral-proteico-vitamínico) reduziu o ganho de peso diário no confinamento (1,30 vs. 1,07 kg/dia). No referido estudo, nem mesmo o menor tempo de ruminação dos bovinos que consumiram milho em relação à aveia branca (1,90 vs. 6,38 horas/dia), foi prejudicial a ponto de representar queda significativa no ganho de peso, mesmo a aveia branca permitindo comportamento ingestivo mais próximo do natural. Porém, quando abatidos em condições de peso de abate semelhantes bovinos confinados sem volumoso com substituição de milho por aveia branca produziram carcaças e carne bastante semelhantes (CATTELAM et al., 2018a).

#### 2.4 DIETAS DE ALTO GRÃO NAS PARTES NÃO INTEGRANTES DA CARCAÇA

O estudo dos componentes que não fazem parte da carcaça do animal é importante, uma vez que o desenvolvimento desses está relacionado aos requerimentos nutricionais dos animais, tornando-os mais ou menos eficientes em converter nutrientes em produção de carne.

No estudo de Cattelam et al. (2018b), com bovinos confinados sem volumoso, mesmo que a aveia branca tenha reduzido o rendimento de corpo vazio em relação ao milho (84,1 vs. 88,3%), houve similaridade entre esses grãos para componentes periféricos, órgãos internos, trato digestivo, gorduras internas e volume de sangue, em valores relativos ao peso de corpo vazio. Contudo, cabe ressaltar que no estudo citado haviam também animais alimentados com grão de arroz, como ingrediente energético da dieta, sendo que para esse tratamento os animais apresentaram maior participação de componentes periféricos e menor de gorduras,

em relação aos outros dois grãos, o que está atrelado ao menor peso de abate dos animais alimentados com arroz (CATTELAM et al., 2018b).

Como são raros ou inexistentes estudos avaliando diferentes fontes energéticas em relação ao desenvolvimento dos componentes não carcaça nas dietas sem volumoso, serão citados dados da literatura nos quais foi utilizado esse tipo de dieta, embora com outro enfoque. Krueger et al. (2010) avaliando dietas a base de alto grão para novilhos confinados com ou sem presença de fontes de tanino, observaram similaridade no peso dos componentes não carcaça, exceto rúmen e total do trato gastrintestinal vazio, que tiveram menor participação em animais alimentados com tanino obtido de castanha em relação ao grupo controle e tanino obtido de acácia. Fitzsimons et al. (2014) classificaram touros Simental confinados em sistema de alto concentrado pelo consumo alimentar residual (CAR), em alto, médio e baixo e observaram que o peso vazio de rúmen-retículo foi superior em bovinos com alto CAR em relação ao baixo. Os demais órgãos viscerais foram similares entre os grupos estudados.

Quando estudada a mistura de ingredientes em dieta sem volumoso, Callegaro (2014) observou que novilhos alimentados com casca de soja apresentaram maior desenvolvimento do trato digestivo e participação de gorduras internas e de descarte em relação a novilhos alimentados com aveia branca ou com a mistura de ambas em partes iguais. Contudo, os animais alimentados com a casca de soja apresentaram menor volume de sangue em relação aos demais grupos. Segundo o autor, a provável explicação para esse resultado seria a menor densidade energética dessa dieta.

Ao avaliarem níveis de concentrado na dieta de tourinhos confinados, Missio et al. (2009) verificaram que o aumento do nível de concentrado na dieta de 22 para 79% promoveu aumento nos pesos relativos do conteúdo do trato gastrintestinal e da gordura interna, mas não promoveu alteração no desenvolvimento dos órgãos internos e no peso de corpo vazio.

## 2.5 DIETAS DE ALTO GRÃO NAS CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA

A utilização do confinamento tem melhorado as características de carcaça dos animais abatidos, principalmente pelo maior aporte energético que resultam em carcaças com maior grau de acabamento. Muitos estudos, com foco ou não em alto grão, têm por objetivo mensurar os reflexos de diferentes fontes energéticas sobre a qualidade da carcaça dos bovinos. Katsuki (2009) avaliou as características de carcaça de novilhos alimentados com níveis de substituição do grão de milho por casca de soja peletizada (0; 15; 30 e 45%) em

dietas de alto grão. O autor observou que a substituição parcial do milho por casca de soja peletizada não alterou as características inerentes a carcaça, como os pesos e rendimentos, proporções dos tecidos que compõe a carcaça, área de olho de lombo e espessura de gordura de cobertura.

Dias et al. (2016) ao avaliarem as características de carcaça de bovinos Nelore não castrados ou castrados, alimentados em dieta de alto grão, verificaram que mesmo com a elevação na densidade energética da dieta, os animais não castrados apresentaram maiores pesos e rendimentos de carcaça quente e menor espessura de gordura subcutânea. Logo, o fato de utilizar dietas mais calóricas não modificou respostas comumente observadas na carcaça de bovinos dessas duas condições sexuais.

Ao estudar diferentes níveis de inclusão de tanino em dietas de alto concentrado (87%), Sartor Neto et al. (2011) verificaram similaridade nas características da carcaça, sem efeitos positivos dos aditivos alimentares, em relação ao grupo controle. Cattelam et al. (2018a) ao estudar dietas sem volume à base de grãos de milho, aveia branca ou arroz verificaram menores pesos de abate e espessura de gordura de cobertura dos animais que receberam arroz, enquanto os outros dois grãos produziram resultados semelhantes entre si para essas características. Para o rendimento de carcaça os autores anteriormente mencionados verificaram que a dieta com milho promoveu maior rendimento de carcaça fria (57,4%) em relação ao arroz (55,4%), que por sua vez foi superior à aveia branca (54,0%). A utilização de volumoso:concentrado na proporção 25:75 comparado a dietas de alto grão apresentada de duas formas (milho grão inteiro + 15% concentrado em *pellets* e dieta exclusiva de concentrado em *pellets*) não promoveu diferença no peso e rendimento da carcaça de novilhos confinados (MANDARINO et al., 2013).

A produção animal, em ganho de peso e também nas características da carcaça é dependente dos produtos da fermentação ruminal, oriundos de diferentes substratos (alimentos). Com relação à fermentação do grão de milho em dietas sem volumoso, Krueger et al. (2010) avaliaram dietas à base de grão de milho inteiro associado ou não a fontes de tanino e confirmam a redução do acetato e aumento proporcional de propionato nesse tipo de dieta em relação à dietas com participação de volumoso. A maior proporção de propionato, tende a modular principalmente a deposição de gordura em diferentes locais da carcaça. Portanto, é necessário avaliar se a substituição do grão de milho por outros cereais ou até mesmo co-produtos agroindústrias, pode ou não alterar as características da carcaça bovina.

## 2.6 DIETAS DE ALTO GRÃO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E SENSORIAIS DA CARNE

A qualidade do produto cárneo que chega a gôndola dos supermercados deveria ser o principal termômetro que levasse a adoção de novas tecnologias por parte dos produtores, uma vez que o consumidor é quem dá o feedback para o restante da cadeia produtiva à respeito da demanda de determinado produto. Como em outras atividades, os consumidores tornam-se cada vez mais exigentes em relação ao produto carne (SILVA et al., 2014a) o que pode gerar uma agregação ou desagregação de valor ao longo da cadeia produtiva fazendo o caminho inverso em relação ao fluxograma de comercialização.

Em estudos avaliando diferentes dietas para bovinos confinados sem volumoso foi observado que os ingredientes da dieta influenciaram as características da carcaça e da carne que podem ser de interesse do frigorífico ou do consumidor. Nos parâmetros de qualidade de carne avaliados por Katsuki (2009) a quebra ao descongelamento não foi influenciada por níveis de inclusão de casca do grão de soja em dietas sem volumoso à base de milho. Contudo, o autor acima citado observou efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) dos tratamentos sobre as perdas à cocção sendo que o tratamento com 15% de casca do grão de soja apresentou menor perda por cocção (23,66%). O autor observou que esse mesmo tratamento apresentou os menores valores de força de cisalhamento ( $5,35 \text{ kgF/cm}^3$ ), que também apresentou comportamento quadrático.

Com relação às características organolépticas da carne Missio et al. (2010) não observaram diferenças com a elevação nos níveis de concentrado na dieta de 22; 40; 59 e 79%. Ao avaliar a carne de animais alimentados com aveia branca, casca do grão de soja ou mistura destas em 1:1 Callegaro (2014) observou que a coloração, a textura e o grau de marmorização da carne não foram influenciados pelas dietas.

Dentre as características sensoriais da carne a maciez ocupa lugar de destaque por ser muito apreciada pelo consumidor. Neste sentido, Callegaro (2014) também não obteve diferença nas características de maciez, palatabilidade e suculência em função das dietas, assim como na medida objetiva da maciez da carne, através da força de cisalhamento.

Ao avaliar através de estudo meta-analítico, Pereira (2016) classificou animais alimentados em dietas sem volumoso em função de baixa ou alta flutuação de consumo, observando que animais com menor oscilação na ingestão de matéria seca durante o confinamento produziram carnes com menor força de cisalhamento ( $4,71 \text{ vs } 5,41 \text{ KgF/cm}^3$ ). No estudo realizado por Costa et al. (2012) com duas relações volumoso:concentrado, sendo



30:70 e 70:30, portanto baixo e alto nível de concentrado para novilhos das raças Alantejana e Barrosã, os autores ao avaliarem as características sensoriais da carne do músculo *Longissimus lumborum* verificaram semelhança entre as dietas para maciez, palatabilidade, flavor e aceitação geral pelos painelistas e também para a de força de cisalhamento.

Ao avaliar as características qualitativas da carne de bovinos confinados com grãos inteiros de milho, aveia e arroz, Cattelan et al. (2018a) verificaram que os diferentes grãos não alteraram a coloração da carne, as perdas de líquidos ao descongelamento e cocção e a força de cisalhamento. Os mesmos autores observaram que a palatabilidade foi semelhante entre os grãos, mas os valores de maciez e suculência da carne foram inferiores na carne obtida dos bovinos alimentados com arroz, em relação à aveia branca e milho que foram similares entre si. Os autores atribuíram as diferenças na maciez e suculência da carne a menor deposição de gordura na carcaça dos bovinos alimentados com arroz, que se correlacionou negativamente com as perdas na cocção, afetando a suculência da carne na avaliação sensorial.

## 2.7 DIETAS DE ALTO GRÃO NO PERFIL LIPÍDICO DA CARNE

Embora um dos benefícios da utilização de dietas mais calóricas no confinamento seja melhorar as características físico-químicas da carne (SILVA et al., 2014b), têm-se a produção de carne com perfil lipídico menos desejável para o consumo humano, frente a carnes de animais produzidos a pasto (BRESSAN et al., 2011). De acordo com Daley et al. (2010), o crescente interesse dos consumidores por carnes produzidas sob pastagem, levanta questões sobre a percepção dos consumidores em relação a qualidade nutricional do produto cárneo.

Apesar das diferenças apontadas acima com relação ao efeito do sistema alimentar sobre o perfil lipídico da carne, os estudos tratam da comparação entre pastagens e confinamentos com utilização de alimento volumoso. Smith et al. (2009) relatam que elevadas participações de grãos na dieta reduzem a população microbiana responsável pela isomerização e hidrogenação de ácidos graxos poli-insaturados, pela redução do pH ruminal, dessa forma impedindo a maior deposição de gordura saturada na carne. Os ácidos graxos saturados, resultantes em grande parte da biohidrogenação ruminal completa, são tidos como os maiores vilões da gordura presente na carne de ruminantes, com efeitos maléficis à saúde humana.

Costa et al. (2012) avaliaram a composição de ácidos graxos na carne de novilhos de duas raças, alimentados com alta e baixa forragem (30 vs 70 % de concentrado na dieta) e

verificaram que há interação entre genótipo e tipo de dieta, demonstrando que somente a manipulação da dieta não é suficiente para melhorar o perfil lipídico da carne. Além disso, estudos genéticos modernos através de marcadores moleculares têm demonstrado que o perfil lipídico está associado a alguns genes. Inostroza et al. (2013) encontraram resultados que apontam relação entre polimorfismos presentes em determinado gene, com variação no teor total de ácidos graxos monoinsaturados e dos principais isômeros do ácido linoleico conjugado (CLA). Portanto, a manipulação da dieta será responsável apenas por parte da variação no perfil lipídico da carne, que pode ocorrer em maior ou menor grau.

Fernandes et al. (2009) citam que o perfil de ácidos graxos dos grãos de cereais é determinante sobre os ácidos graxos da carne. Esses autores verificaram maior teor de ácidos graxos poli-insaturados na carne de bovinos que receberam grão de girassol na dieta, em relação à dieta controle, atrelando a resposta a maior presença desse grupo de ácidos graxos no grão especificamente. Por sua vez, Aldai et al. (2010) ao substituir o grão de milho, em níveis de 0, 20 e 40%, por grãos secos de destilaria (DDGS) de milho para bovinos alimentados em alto grão perceberam aumento linear na concentração de ácido graxo linoleico (C18:2 n-6) no músculo *Longissimus dorsi*. Nürnberg et al. (1998) observaram que a carne de animais alimentados com pastagem de estação fria tem menor relação  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 do que aqueles que consomem grão, pois as pastagens temperadas possuem maiores teores de  $\alpha$ -linolênico ( $\omega$ -3) e os grãos de linoleico ( $\omega$ -6).

A conversão de ácidos graxos insaturados do alimento, em saturados com a biohidrogenação ruminal e sua deposição dessa forma na carne, podem ser modulada em dietas sem forragem. Dietas com elevada participação de concentrado ajudam a diminuir o pH ruminal, o que reduz a lipólise e a biohidrogenação, produzindo, assim, animais com perfil lipídico mais insaturado (DEMEYER e DOREAU, 1999), uma vez que não houve um ambiente favorável para a completa biohidrogenação. Com relação à composição dos grãos de milho e aveia branca, esses diferem nos teores de ácido linoleico, ácido graxo de maior participação no milho, em que, foram encontrados valores de 46,89% (HASHIMOTO et al., 2007) e 51,30% (ALDAI et al., 2010). Todavia, na aveia branca, mesmo quando foi avaliado o perfil lipídico do óleo obtido deste grão, foi observado teor de linoleico de 39,27% (GUTKOSKI e EL-DASH, 1999).

Ao avaliar a terminação de ovelhas de descarte alimentadas com dieta sem volumoso, utilizando grãos de milho, aveia ou sorgo, Fruet et al. (2016) obtiveram maior participação de ácido graxo esteárico (C18:0) na ovelhas que receberam aveia em relação aos outros grãos. Todos os demais ácidos graxos individualmente, assim como, as somas de saturados,

monoinsaturados ou poli-insaturados, além de  $\omega 3$  e  $\omega 6$  e a relação entre eles foram similares entre os três grãos avaliados. O ácido graxo esteárico possui a segunda maior participação na carne, dentre os saturados (HAUTRIVE et al., 2012; SILVA et al., 2014b), e mesmo que os ácidos graxos saturados sejam os responsáveis por elevar a participação de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e alta densidade (HDL) e tenham ação hipercolesterolêmica, o esteárico tem efeito nulo não acarretando em malefícios a saúde humana (HAUTRIVE et al., 2012). Portanto, a substituição do grão de milho por aveia branca ou por sorgo não alterou o perfil lipídico e as características nutracêuticas da carne de ovelhas alimentadas sem volumoso (FRUET et al., 2016).

Para bovinos confinados com alta participação de concentrado (80%), Silva et al. (2014b) observaram que a substituição do grão de milho pelo grão de milheto na dieta não alterou a maioria dos ácidos graxos na carne, mas a relação  $\omega 6/\omega 3$  reduziu com a inclusão de milheto. Porém, os autores ressaltam que ainda não chegaram à relação 4:1, recomendada como ideal para promover efeitos benéficos à saúde humana (DALEY et al., 2010).

Segundo Arruda et al. (2012) avaliações mais precisas da qualidade nutricional dos lipídeos da carcaça de ruminantes tem enfoque nas relações entre ácidos graxos monoinsaturados:saturados; poli-insaturados:saturados; séries  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3 e relação  $\omega$ -6: $\omega$ 3. Além disso, os autores citam que os índices de aterogenicidade e trombogenicidade são medidas de avaliação e comparação da qualidade de diferentes alimentos e dietas. Esses índices relacionam os ácidos pró e antiaterogênicos e indicam o potencial de estímulo a agregação plaquetária, ou seja, quanto menores os valores, maior a quantidade de ácidos graxos antiaterogênicos presentes nas gorduras e, conseqüentemente, maior o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronárias (ARRUDA et al., 2012).

### 3 CAPÍTULO I

#### **CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E COMPONENTES NÃO CARÇAÇA DE NOVILHOS CONFINADOS SEM VOLUMOSO, COM SUBSTITUIÇÃO DO MILHO POR AVEIA BRANCA<sup>1</sup>**

**Resumo:** Objetivou-se avaliar a substituição do milho por aveia branca, em dieta sem volumoso, sobre características pós abate de novilhos não castrados. Foram utilizados 45 bovinos machos não castrados, cruzados Charolês x Nelore, com idade e pesos iniciais de  $18 \pm 0,22$  meses e  $270,92 \pm 30,97$  kg, respectivamente. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. Os novilhos foram aleatoriamente distribuídos conforme o nível de substituição do grão de milho por grão de aveia branca, sendo: 0; 25; 50; 75 e 100%. As dietas foram compostas por 85% de grãos + 15% de núcleo mineral-proteico-vitamínico. Os rendimentos de carcaça quente e fria apresentaram comportamento quadrático de acordo com a inclusão do grão de aveia branca. As demais características de carcaça foram similares entre as dietas. Com relação ao peso relativo de componentes não carcaça a inclusão do grão de aveia branca promoveu redução linear nos pesos de pulmão, coração, somatório de órgãos internos, sangue, rúmen-retículo e somatório de gorduras cardíaca, renal e pélvica. Já os pesos relativos de omaso e abomaso apresentaram elevação linear com a substituição do grão de milho por grão de aveia branca. A substituição do milho por aveia branca, em dietas sem volumoso, para novilhos confinados e abatidos com peso similar não altera a maioria das características quantitativas da carcaça. A inclusão de aveia branca na dieta reduz a participação relativa de órgãos vitais, sangue e gordura visceral.

**Palavras-chave:** Órgãos vitais. Peso de carcaça. Peso de corpo vazio. Rendimento de carcaça.

#### **CARCASS CHARACTERISTICS AND NON-CARCASS COMPONENTS OF STEERS CONFINED TO NON-ROUGHAGE, WITH REPLACEMENT OF CORN BY WHITE OAT**

**Abstract:** The objective of this study was to evaluate the replacement of corn by white oat, in a non-roughage diet, on post-slaughter characteristics of non-castrated steers. Forty-five

---

<sup>1</sup> Redigido na forma de capítulo de acordo com o Manual de Dissertações e Teses da UFSM 2015.

Charolais x Nellore crossbred non-castrated male bovines, with initial age and weight of  $18 \pm 0.22$  months and  $270.92 \pm 30.97$  kg, respectively, were used. The experimental design was completely randomized. The steers were randomly distributed according to the level of replacement of the corn grain by white oat grain, being: 0; 25; 50; 75 and 100%. The diets were composed of 85% grain + 15% mineral-protein-vitamin nucleus. The hot and cold carcass yields presented quadratic behavior according to the inclusion of the white oat grain. The other carcass characteristics were similar between diets. In relation the relative weight of non-carcass components, the inclusion of white oat grain promoted a linear reduction in lung, heart, sum of internal organs, blood, rumen-reticulum and sum of cardiac, renal and pelvic fat. However, the relative weights of omasum and abomasum presented a linear increase with the substitution of corn grain for white oat grain. The substitution of corn by white oat in diets without roughage for confined and slaughtered steers of similar weight does not alter most of the quantitative characteristics of the carcass. The inclusion of white oat in the diet reduces the relative participation of vital organs, blood and visceral fat.

**Keywords:** Carcass yield. Carcass weight. Empty body weight. Vital organs.

## INTRODUÇÃO

A bovinocultura brasileira vem se intensificando ao longo dos últimos anos e entre as técnicas empregadas com esse propósito está o confinamento. Porém, a viabilidade técnica e econômica desse sistema depende de alguns fatores importantes, dos quais a alimentação dos animais ocupa lugar de destaque. Tradicionalmente os confinadores brasileiros utilizam dietas baseadas na mistura de volumoso e concentrado, mas de acordo com levantamento realizado por Oliveira e Millen (2014) o volumoso vem perdendo espaço, enquanto ocorre incremento no nível de concentrado utilizando-se em média de 79%.

A utilização de confinamentos sem volumoso vem aumentando, por se tratar de um sistema vantajoso pela facilidade de implantação e operacionalização, mas principalmente por não utilizar fatores de produção ligados à produção, armazenagem e fornecimento de volumosos (DIAS et al., 2016).

A mistura mais comumente utilizada em dietas sem volumoso é 85% de grão de milho e 15% de núcleo proteico-mineral-vitamínico (PAULINO et al., 2013). Embora o milho seja o cereal mais utilizado neste tipo de dieta, em virtude de seu valor nutricional, seu uso em larga

escala nem sempre é viável na dieta de bovinos, em função da concorrência com a alimentação de animais monogástricos e humana e a fabricação do biodiesel. Além disso, em algumas regiões o custo de aquisição pode inviabilizar sua utilização.

Portanto faz-se necessário buscar alimentos alternativos que possam substituir o milho parcial ou totalmente. Especificamente na região Sul do Brasil, Córdova et al. (2005) relatam que existem perspectivas favoráveis ao cultivo de cereais de inverno, que entre outras finalidades, podem ter seus grãos destinados à alimentação animal. Entre esses cereais está a aveia branca (*Avena sativa* L.), utilizada principalmente como planta de cobertura em sucessão a soja. A área plantada com aveia em 2017 no Brasil chegou a 340,3 mil ha (CONAB, 2018).

A substituição do milho por outros cereais para bovinos confinados e seus reflexos sobre as características de carcaça vem sendo estudada. Cattalam et al. (2018a) ao estudarem a substituição total do milho por aveia branca, em dieta sem volumoso, verificaram redução no rendimento de carcaça. Larraín et al. (2009), avaliaram novilhos confinados com dieta de alto concentrado (90%) e verificaram que o grão de sorgo depreciou características de carcaça e carne em substituição total ao grão de milho, porém a mistura de ambos em partes iguais resultou em resposta similar ao milho.

Após o abate de bovinos obtém-se não só a carcaça, mas também os componentes que não integram a carcaça e são igualmente importantes na cadeia produtiva da carne bovina. Dentre os componentes não carcaça, Owens et al. (1995) citam a relevância da determinação do peso relativo de órgãos internos, pois esses induzem a variações nos requisitos de energia de manutenção.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes proporções de aveia branca em substituição ao milho, sobre características de carcaça e componentes não carcaça de novilhos não castrados, alimentados com dieta sem volumoso.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Este trabalho foi analisado e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Santa Maria, protocolado sob o n°. 8876170417. O ensaio experimental foi conduzido entre Junho e Outubro, no Laboratório de Bovinocultura de Corte (LBC), pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, localizado no município de Santa Maria – RS, Brasil, na região fisiográfica da Depressão Central do Rio Grande do Sul. Foram utilizados 45 bovinos machos não castrados,

oriundos do cruzamento alternado contínuo entre as raças Charolês e Nelore, pertencentes a quinta e sexta gerações (21/32 Charolês 11/32 Nelore; 21/32 Nelore 11/32 Charolês; 43/64 Charolês 21/64 Nelore e 43/64 Nelore 21/64 Charolês), com idade inicial de  $18 \pm 0,22$  meses e peso corporal inicial de  $270,92 \pm 30,97$  kg.

Após chegarem de alimentação exclusivamente de pastagem natural, antecedendo ao período experimental, os animais foram adaptados às instalações e a alimentação por 14 dias, sendo previamente realizado controle de endoparasitas, com aplicação por via subcutânea de produto à base de Fosfato de Levamisol, na dosagem de 4,5 mg/kg de peso corporal. A adaptação à dieta foi disposta da seguinte forma, em função da relação volumoso:concentrado: 1º ao 2º dias (40:60); 3º ao 4º dias (30:70); 5º ao 7º dias (20:80); 8º ao 10º dias (10:90) e 11º ao 14º dias 100% concentrado, conforme proposto por Estevam (2016). O volumoso utilizado foi a silagem de milho e o concentrado teve a mesma formulação utilizada no período experimental. Os animais foram alocados individualmente em baias, pavimentadas e semi-cobertas, providas de comedouros individuais para o fornecimento de alimentos e bebedouros com água a vontade, regulada com torneira boia, comum a duas baias.

Os tratamentos foram constituídos por diferentes níveis de substituição do grão de milho pelo grão de aveia branca, ficando assim compostos: 0; 25; 50; 75 e 100% de grão de aveia branca, em substituição ao grão de milho. As dietas foram calculadas conforme o NRC (2000), estimando um consumo de matéria seca de 2,2 kg MS/100 kg de peso corporal e um ganho de peso diário de 1,500 kg/dia. As dietas foram calculadas para que fossem isonitrogenadas, com inclusão de nitrogênio não proteico, na forma de ureia, nas dietas que continham milho. A participação de cada ingrediente nas dietas, assim como sua composição bromatológica encontram-se na Tabela 1. O núcleo comercial utilizado era composto por 12,5% de umidade, 36% de proteína bruta, 15% de nitrogênio não proteico equivalente à proteína, 2% de extrato etéreo, 10% de matéria fibrosa, 26% de matéria mineral, incluindo cálcio, fósforo, sódio, cobalto, cobre, ferro, manganês, iodo, selênio e zinco, as vitaminas (A, D3 e E), além de monensina sódica.

Os novilhos foram alimentados de maneira “*ad libitum*”, em duas refeições diárias, as 08h e 14h, sendo prévio ao primeiro fornecimento, coletadas as sobras do dia anterior, as quais foram pré-estabelecidas entre 20 e 50 g/kg de alimento ofertado.

Tabela 1 – Participação dos ingredientes e composição bromatológica das dietas.

Ingredientes, %	Níveis de inclusão de aveia branca, %				
	0	25	50	75	100
Milho grão	82,56	62,47	41,54	21,82	–
Aveia branca grão	–	20,65	41,54	61,93	83,65
<sup>(1)</sup> Núcleo comercial	15	15	15	15	15
Calcário calcítico	1,10	0,80	1,20	0,90	1,35
Ureia	1,34	1,08	0,72	0,35	–
Composição bromatológica, %					
Matéria Seca	86,55	87,20	87,39	88,21	88,36
Proteína Bruta	17,95	17,95	17,95	17,95	17,95
Extrato Etéreo	3,35	3,51	3,65	3,82	3,97
Fibra Detergente Neutro	17,78	18,66	19,48	20,39	21,23
Fibra Detergente Ácido	4,50	5,74	6,98	8,20	9,48
Cinzas	4,69	4,75	4,79	4,85	4,90
Amido	51,70	50,52	49,02	47,97	46,37
Carboidratos Não Estruturais	56,23	55,13	54,13	52,99	51,95
Energia Digestível, Mcal/Kg MS	3,64	3,63	3,61	3,60	3,57

<sup>(1)</sup> Núcleo mineral proteico comercial – Granobel<sup>®</sup> (Agro Bella<sup>®</sup>, S. A.).

O peso inicial, período de confinamento e os consumos de matéria seca e de nutrientes verificados para cada dieta, ao longo do período experimental, estão expostos na tabela 2.

Tabela 2 – Peso inicial, período de confinamento e consumo de matéria seca e nutrientes por novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso.

Variáveis	Níveis de inclusão de aveia branca, %				
	0	25	50	75	100
Peso inicial, kg	274,35	269,71	272,82	269,28	268,43
Período, dias	88	81	88	81	122
<sup>(1)</sup> Consumo de matéria seca, % PV	1,816	1,949	2,035	2,163	1,854
<sup>(2)</sup> Consumo de proteína bruta, % PV	0,265	0,317	0,355	0,390	0,341
<sup>(3)</sup> Consumo de fibra detergente neutro, % PV	0,303	0,348	0,390	0,436	0,372
<sup>(4)</sup> Consumo de amido, % PV	0,909	0,984	0,998	1,038	0,885

<sup>(1)</sup>  $1,79 + 0,010 \cdot \text{IAB} - 0,000086 \cdot \text{IAB}^2$ ; <sup>(2)</sup>  $0,26 + 0,0031 \cdot \text{IAB} - 0,000022 \cdot \text{IAB}^2$ ; <sup>(3)</sup>  $0,31 + 0,0028 \cdot \text{IAB} - 0,000019 \cdot \text{IAB}^2$ ; <sup>(4)</sup>  $0,927 + 0,0040 \cdot \text{IAB} - 0,000042 \cdot \text{IAB}^2$ . IAB = Inclusão de aveia branca.

O abate dos novilhos foi pré-determinado para quando estes apresentassem peso corporal de aproximadamente 420 kg. Para isso os animais foram pesados a cada 28 dias para averiguação da evolução de peso dos mesmos. Previamente ao abate os novilhos foram



submetidos a jejum de sólidos e líquidos por 14 horas e posteriormente transportados até frigorífico comercial com inspeção estadual, distante 20 km da fazenda de origem. O abate transcorreu conforme a rotina de abate do estabelecimento.

Durante o abate todos os componentes não carcaça foram separados e pesados individualmente consistindo em: conjunto de componentes periféricos, de órgãos vitais, do trato digestivo vazio, de gorduras internas e de sangue. O somatório destes componentes, juntamente com o peso de carcaça quente formou o peso de corpo vazio (PCV). Os pesos de órgãos vitais, componentes do trato digestivo, gorduras viscerais e sangue foram ajustados ao peso de corpo vazio pela seguinte equação:  $Y_{\text{ajustado}} = \frac{Y}{\text{PCV}} * 100$ , em que Y é o componente não carcaça avaliado.

Ao final da linha de abate, antes de ingressar na câmara de resfriamento, as carcaças foram seccionadas, lavadas, identificadas e pesadas para obtenção do peso de carcaça quente. Após resfriamento, em câmara fria regulada, as meias-carcaças foram pesadas novamente para obtenção do peso de carcaça fria, dessa forma foi possível obter os rendimentos de carcaça quente e fria, em relação aos pesos de abate e de corpo vazio. Na meia carcaça esquerda foram separados os três cortes comerciais primários: dianteiro, costilhar e traseiro. Após a separação esses cortes foram pesados para ser calculada sua participação em relação à carcaça fria. Na meia carcaça direita foi obtido o comprimento de carcaça, medido do bordo cranial medial da primeira costela até o bordo anterior do osso púbis. A compacidade da carcaça foi calculada a partir do quociente entre o peso de carcaça fria e o comprimento de carcaça.

Após a mensuração de comprimento a meia carcaça direita foi seccionada na altura da 12<sup>a</sup> costela para exposição do músculo *Longissimus dorsi*, que teve seu contorno traçado, em papel vegetal para posterior determinação de sua área, denominada área de olho de lombo, em mesa digitalizadora. No mesmo local foi obtida a espessura de gordura subcutânea, que recobre o músculo, obtida pela média de três observações, com auxílio de paquímetro digital. Para determinação da composição tecidual da carcaça, seguiu-se metodologia de Hanks e Howe (1946), adaptada por Müller et al. (1973), sendo retirada a secção entre a 10<sup>a</sup> e a 12<sup>a</sup> costelas para dissecação e predição através de equações dos tecidos muscular, adiposo e ósseo no total da carcaça.

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e nove repetições, totalizando 45 unidades experimentais. Os dados coletados foram sujeitos à investigação de *outliers*, através do resíduo estudentizado e testados quanto à normalidade dos

resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk ( $P > 0,05$ ). Posteriormente foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Adicionalmente foram realizados estudos de regressão polinomial, de acordo com o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 X_i^2 + \beta_3 X_i^3 + \alpha_{ijk} + \varepsilon_{ijk}$$

Em que:  $Y_{ijk}$  = observação das variáveis dependentes;  $\beta_0$  = constante da equação estimada;  $\beta_{123}$  = coeficientes de regressão estimado linear, quadrático e cúbico;  $X_i$  = nível de substituição do grão de milho pelo grão de aveia branca;  $\alpha_{ijk}$  = desvios da regressão;  $\varepsilon_{ijk}$  = efeito aleatório associado à observação  $Y_{ijk}$ . As variáveis dependentes foram submetidas à análise de correlação de Pearson. Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do pacote estatístico SAS<sup>®</sup> (*Statistical Analysis System*, versão 3.5, SAS University Edition).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A substituição do grão de milho por grão de aveia branca na dieta de novilhos confinados não alterou o peso de abate (Tabela 3). Este resultado já era esperado, uma vez que o peso de abate foi antecipadamente pré-determinado para quando os novilhos atingissem aproximadamente 420 kg.

Tabela 3 – Características da carcaça de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso.

Variáveis	Níveis de inclusão de aveia branca, %					CV (%)	P valor		
	0	25	50	75	100		L	Q	C
PA, kg	420,38	13,54	430,31	417,11	434,55	13,54	0,689	0,911	0,952
PCV, kg	375,46	13,15	373,37	352,54	380,02	13,15	0,891	0,761	0,789
PCQ, kg	243,39	14,84	244,70	229,34	252,72	14,84	0,835	0,728	0,707
RCQ, % PCV	64,77	65,20	65,47	64,94	66,50	2,31	0,074	0,117	0,102
PCF, kg	237,47	14,94	238,67	224,30	247,96	14,94	0,789	0,707	0,689
RCF, % PCV	63,18	63,70	63,85	63,50	65,13	2,41	0,127	0,218	0,119

PA = Peso de abate; PCV = Peso de corpo vazio; PCQ = Peso de carcaça quente; RCQ = Rendimento de carcaça quente; PCF = Peso de carcaça fria; RCF = Rendimento de carcaça fria; CV = Coeficiente de variação; L = Linear; Q = Quadrático; C = Cúbico.

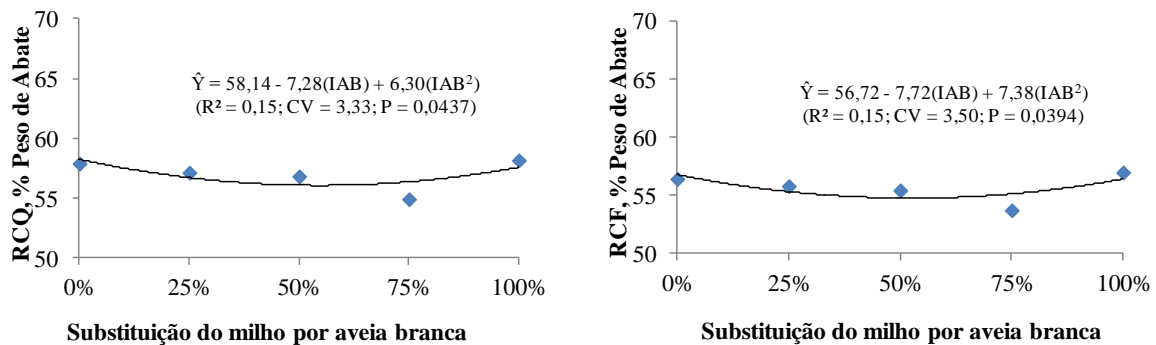
Também na Tabela 3, observa-se que o período de confinamento foi diferente entre os níveis de substituição do milho pela aveia branca o que demonstra que os animais tiveram diferentes intensidades de ganho de peso, até atingir o peso alvo de abate. A similaridade no

peso de abate refletiu em resposta semelhante para o peso de corpo vazio, pois estes pesos foram altamente correlacionados ( $r = 0,97$ ;  $P < 0,0001$ ).

Os pesos de carcaça quente e fria foram similares entre os diferentes tratamentos, com pesos médios respectivamente de 242,25 e 236,72 kg. O coeficiente de correlação, de ambas variáveis com o peso de abate foi de 0,96 ( $P < 0,0001$ ) evidenciando a influência exercida pelo peso de abate sobre os pesos de carcaça. Esses pesos superam a exigência mínima da regulamentação brasileira de avaliação de carcaças que traz 210 kg como peso mínimo de carcaça quente. A possibilidade de substituir o grão de milho por grão de aveia branca, mantendo pesos de carcaça semelhante, traz novas opções ao produtor que pode utilizar um insumo alternativo, muitas vezes adquirido por preço inferior, sem aumento no tempo de confinamento com substituição parcial em até 75%.

Os rendimentos de carcaça quente e fria, em relação ao peso de abate apresentaram comportamento quadrático (Figura 1) e serão discutidos a seguir. Todavia, quando ajustados ao peso de corpo vazio não houve diferença significativa. O ajuste do rendimento de carcaça ao peso de corpo vazio é relevante, uma vez que tira o efeito de enchimento do trato digestivo.

Figura 1 – Rendimentos de carcaça quente e fria (% do peso de abate) de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso.



Como os rendimentos de carcaça foram similares entre as dietas quando ajustadas ao peso de corpo vazio, fica evidenciado que o menor rendimento de carcaça com a mistura de grãos em proporções semelhantes deve-se ao maior conteúdo presente no trato gastrointestinal no momento do abate. O conteúdo gastrointestinal apresentou ajuste quadrático ( $\hat{Y} = 45,59 + 43,17 \cdot IAB - 36,39 \cdot IAB^2$ ;  $P = 0,0194$ ;  $R^2 = 0,33$ ), com ponto de mínima em 47,34% de aveia branca. A hipótese de que proporções semelhantes dos grãos na dieta aumente o conteúdo da digesta e reduza o tempo de passagem da dieta, está atrelada, respectivamente aos maiores

consumos de matéria seca e de fibra em detergente neutro, em relação ao peso corporal (Tabela 2). Estes resultados corroboram com Cattellam et al. (2018a) que verificaram menor rendimento de carcaça em bovinos alimentados com aveia branca, em relação ao grão de milho, em virtude de maior volume do trato gastrintestinal, mas sem diferenças de rendimentos quando ajustados ao peso de corpo vazio.

Os rendimentos de carcaça obtidos, média de 56,97 e 55,66%, respectivamente para quente e fria, são superiores aos obtidos por Silva et al. (2014) que avaliaram a substituição do grão de milho por grão de milheto, em dieta com 80% de concentrado e obtiveram 54,00 e 52,73% para ambas as características citadas na mesma ordem acima. Dietas sem volumoso tendem a aumentar o rendimento de carcaça, pois Costa et al. (2017) ao confrontar novilhos confinados com alto concentrado (66%) vs somente concentrado observaram diferença no rendimento de carcaça quente, com valores respectivos de 53,49 e 55,00%. Isto ocorre, em virtude de menor volume de digesta em bovinos alimentados somente com concentrado.

Não houve efeito significativo da substituição do milho por aveia branca sobre as características métricas e os cortes primários da carcaça (Tabela 4). A similaridade na área do *Longissimus dorsi* está atrelada aos pesos de carcaça quente e fria, que também não diferiram, apresentando alta correlação com estas características ( $r = 0,78$ ;  $P < 0,0001$ , com ambos os pesos de carcaça). Justificativa similar foi utilizada também por Silva et al. (2014), porém com correlação moderada ( $r = 0,52$ ).

Tabela 4 – Características métricas e cortes primários da carcaça de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso.

Variáveis	Níveis de inclusão de aveia branca, %					CV (%)	P valor		
	0	25	50	75	100		L	Q	C
ALD, cm <sup>2</sup>	65,69	61,70	70,13	61,53	70,50	19,50	0,492	0,655	0,807
EGS, mm	4,24	4,23	3,93	3,09	4,02	39,07	0,254	0,358	0,118
C. Car., cm	122,44	122,17	124,00	122,94	125,61	3,83	0,152	0,313	0,493
Comp., kg/cm	1,94	1,92	1,93	1,82	1,98	13,48	0,869	0,782	0,736
Dianteiro, %	39,00	39,02	39,38	38,65	39,32	4,15	0,416	0,481	0,691
Costilhar, %	10,97	11,20	10,88	11,26	11,37	5,81	0,387	0,305	0,432
Traseiro, %	50,03	49,78	49,74	50,09	49,31	2,06	0,816	0,778	0,837

EGS = Espessura de gordura subcutânea; ALD = Área de *Longissimus dorsi*; C. Car. = Comprimento de carcaça; Comp. = Compacidade da carcaça; CV = Coeficiente de variação; L = Linear; Q = Quadrático; C = Cúbico.

A espessura de gordura subcutânea foi similar entre as dietas. Embora o conteúdo energético da aveia branca seja menor que do milho, os novilhos alimentados exclusivamente

com aveia branca na fração energética da dieta permaneceram mais tempo confinados que os alimentados com milho (122 vs 88 dias), o que propiciou uma deposição de gordura de cobertura similar aos demais bovinos. Os valores obtidos estão dentro da faixa preconizada pela indústria frigorífica brasileira (3 a 6 mm), mesmo com animais não castrados, que possuem maior dificuldade para depositar este tipo de gordura (MOLETTA et al., 2014; DIAS et al., 2016). Portanto, em dietas sem volumoso (com alta densidade energética) não há necessidade de castração de bovinos machos para alcançar a deposição de gordura desejada, beneficiando-se do maior ganho de peso diário, desde que o manejo no curral não seja limitante, como lotação e disponibilidade de área de cocho.

A semelhança no peso de carcaça fria (Tabela 3) e no comprimento de carcaça (Tabela 4) refletiu em similaridade na compactidade de carcaça, com valor médio de 1,91 kg/cm. A compactidade da carcaça representa a capacidade que o animal tem de estocar tecido muscular, ósseo e adiposo por cm de carcaça. Os coeficientes de correlação da compactidade com peso de carcaça quente foi de 0,96 ( $P < 0,0001$ ) e 0,72 ( $P < 0,0001$ ) com área de *Longissimus dorsi*.

Os cortes comerciais primários foram expressos em valores relativos e não diferiram entre os níveis de inclusão de aveia branca. Embora com novilhos não castrados, o desenvolvimento do quarto dianteiro foi semelhante ao obtido em estudo com novilhos castrados, oriundos do mesmo rebanho experimental e alimentados sem volumoso (CATTELAM et al., 2018a). A composição tecidual da carcaça foi similar entre as dietas (Tabela 5).

Tabela 5 – Composição tecidual da carcaça de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso.

Tecidos	Níveis de inclusão de aveia branca, %					CV (%)	P valor		
	0	25	50	75	100		L	Q	C
Muscular, %	63,20	63,30	64,20	63,73	64,52	4,09	0,257	0,530	0,733
Adiposo, %	22,11	21,95	21,78	20,87	20,43	11,37	0,080	0,201	0,362
Ósseo, %	15,23	15,28	14,74	15,80	15,56	7,22	0,315	0,495	0,627
Muscular:ósseo	4,16	4,16	4,37	4,06	4,17	9,22	0,819	0,828	0,895
(Mus.+adip.): ósseo	5,62	5,61	5,85	5,39	5,48	8,75	0,339	0,486	0,627

CV = Coeficiente de variação; L = Linear; Q = Quadrático; C= Cúbico.

Percebe-se que as dietas não alteraram as proporções dos diferentes tecidos da carcaça. Por outro lado, as diferenças na ingestão de amido (Tabela 2) poderiam modular a deposição dos tecidos adiposo e muscular na carcaça, com maior deposição do primeiro em novilhos que consumiram mais energia, porém as diferenças não foram suficientes para modificar a

deposição dos tecidos na carcaça dos animais. Resultado similar ao do presente estudo foi obtido por Cattelan et al. (2018a), que não verificaram diferença entre aveia branca e milho, sobre a composição tecidual da carcaça. De acordo com Miotto et al. (2012) a indústria frigorífica e mercado varejista buscam melhores relações músculo:osso, assim como porção comestível:osso, pois esses tecidos compreendem a porção de tecido comercializável da carcaça, podendo determinar melhores rendimentos na desossa.

Os componentes não carcaça fígado, rins, intestinos, trato gastrintestinal e gorduras aderidas ao trato gastrintestinal, expressos em relação ao peso de corpo vazio (Tabela 6), não foram alterados, em virtude da substituição do milho por aveia branca.

Tabela 6 - Órgãos vitais, trato digestivo e gorduras internas de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso.

Componentes	Níveis de inclusão de aveia branca, %					CV (%)	P valor		
	0	25	50	75	100		L	Q	C
Fígado, % PCV	1,43	1,44	1,39	1,37	1,26	14,24	0,051	0,107	0,219
Rins, % PCV	0,23	0,22	0,21	0,23	0,20	14,43	0,175	0,402	0,461
Intestinos, % PCV	2,22	2,21	2,23	2,23	2,16	13,39	0,681	0,838	0,915
TGIT, % PCV	5,25	5,17	5,56	5,19	5,19	13,21	0,833	0,543	0,736
GTGI, % PCV	3,01	2,75	3,10	2,75	2,66	14,36	0,115	0,244	0,333

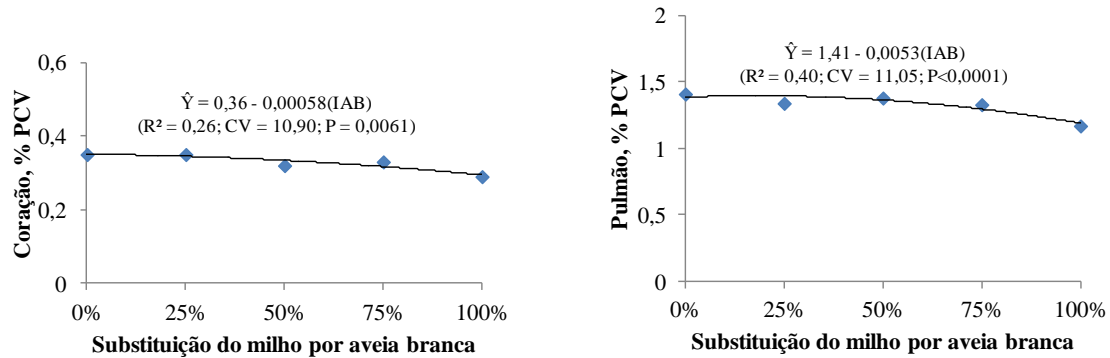
TGIT = Trato gastrintestinal total; GTGI = Gordura do trato gastrintestinal; PCV = Peso de corpo vazio; L = Linear; Q = Quadrático; C= Cúbico.

Diferenças no consumo de energia poderiam expressar mudanças na participação relativa de fígado, pois segundo Owens et al. (1993) é o órgão que participa mais ativamente do metabolismo de nutrientes, desencadeado pelo consumo de alimentos, exigências energéticas e taxa metabólica. No presente estudo, foi observada tendência de redução linear no peso relativo de fígado ( $P = 0,051$ ), com a inclusão do grão de aveia branca em substituição ao grão de milho, resultado que pode ser reflexo do teor de amido das dietas (Tabela 1). Cattelan et al. (2018b) verificaram maior peso relativo de fígado para bovinos alimentados com grão de milho, em relação bovinos que receberam aveia branca, em dieta sem volumoso, atribuindo a diferenças na oferta de energia.

Embora a ingestão das frações energéticas (Tabela 2) tenha apresentado comportamento quadrático carregado pela ingestão de matéria seca, houve redução linear da participação de coração e pulmão (% PCV), com a inclusão de aveia branca nas dietas (Figura 2), ou seja, quando as dietas tornaram-se menos calóricas. Para Almeida Junior et al. (2008) é

esperado que bovinos alimentados com altas densidades energéticas possuam maior desenvolvimento de órgãos internos, para atender ao metabolismo mais intenso.

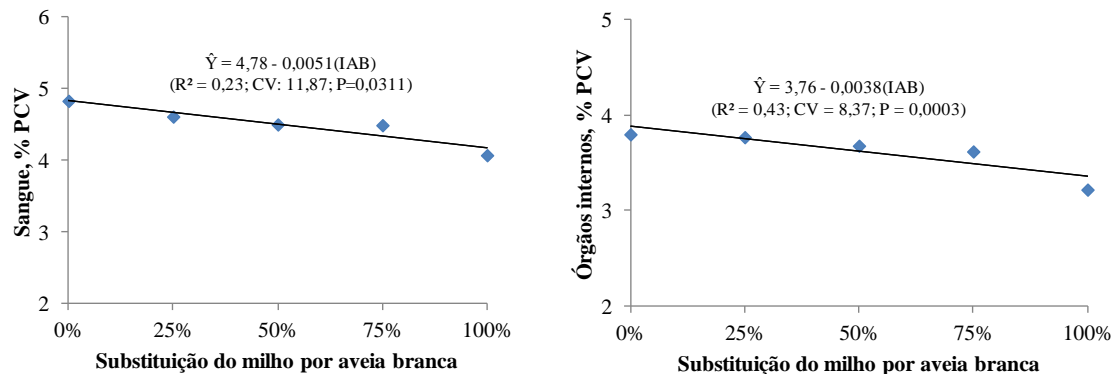
Figura 2 – Pesos de coração e pulmão (% PCV) de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso.



Os coeficientes de correlação do sangue com coração e pulmão foram respectivamente de 0,55 (P=0,0001) e 0,64 (P<0,0001). O conteúdo sanguíneo dos animais em geral tem como função principal oxigenar os tecidos e carrear os nutrientes absorvidos ou mobilizados para as diversas partes do corpo para que sejam depositados ou utilizados para manter as funções vitais do organismo (MISSIO et al., 2009).

O somatório de órgãos internos diminuiu 0,0038 kg/100 kg de corpo vazio a cada 1% a mais de substituição do milho por aveia branca (Figura 3).

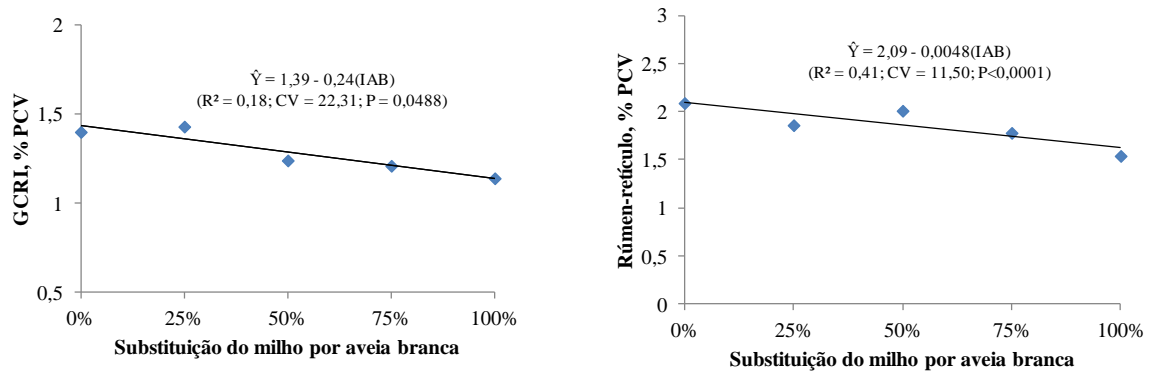
Figura 3 – Peso de sangue e somatório de órgãos internos (% PCV) de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso.



Essa resposta pode ser justificada pelos mesmos motivos relacionados a coração e pulmão. A correlação do sangue com o somatório de órgãos internos foi de 0,55 (P = 0,0001),

enquanto a oferta de energia também foi determinante para esta resposta. Os órgãos internos, também chamados vísceras vermelhas são importantes fontes de receita na indústria frigorífica, sendo o conjunto de componentes não carcaça de maior valor agregado e interesse comercial (VAZ et al., 2015; MACHADO et al., 2018). O somatório das gorduras cardíaca, renal e inguinal, reduziu linearmente com a inclusão de aveia branca na dieta (Figura 4).

Figura 4 – Somatório das gorduras cardíaca, renal e inguinal e peso de rúmen-retículo (% PCV) de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso.

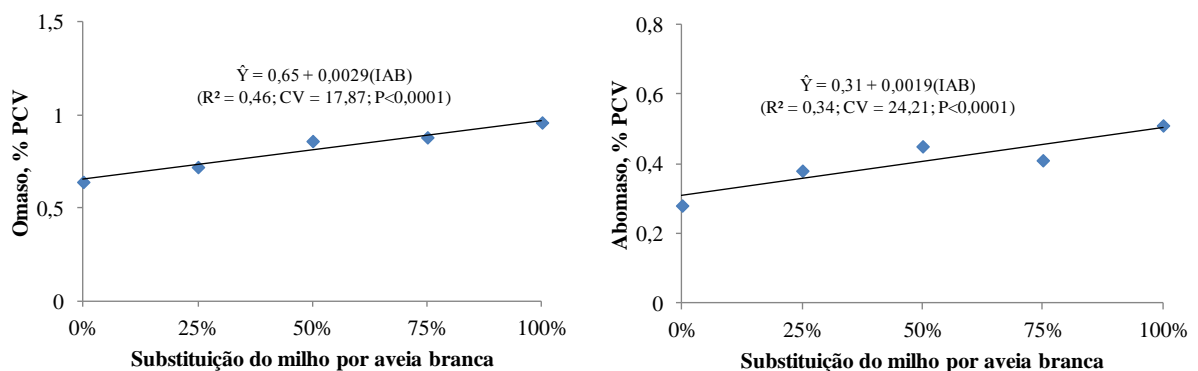


À medida que foi sendo incluída aveia branca nas dietas ocorreu gradativamente redução na densidade energética das dietas (Tabela 1), sendo esse fato responsável por modificar a deposição das gorduras cardíaca, renal e inguinal, mesmo que o consumo de energia não tenha acompanhado esta tendência. A intensidade de ganho de peso, menor na dieta com 100% de grão de aveia branca, fez com que os animais desse tratamento levassem mais tempo para atingir o peso alvo de abate. Logo, esses animais podem ter apresentado redução nos requerimentos de manutenção dos próprios órgãos, diminuindo a participação de gorduras internas para a aveia branca, contribuindo para o resultado apresentado na Figura 4. Com relação à ordem de deposição de gorduras no corpo dos bovinos Di Marco et al. (2007) citam que os depósitos de gordura seguem como rota prioritária gorduras viscerais, gorduras intermusculares, gordura subcutânea e gordura intramuscular. Portanto, neste estudo dois fatores podem ter influenciado para a diferença na gordura cardíaca, renal e inguinal, mas sem diferença na gordura de cobertura (Tabela 3) e percentual de tecido adiposo na carcaça (Tabela 5). Esses fatores são a pequena diferença entre os níveis de energia e o período de confinamento semelhante para atingir o peso alvo de abate, exceto para a dieta com 100% aveia branca.



O peso dos compartimentos rúmen-retículo reduziu linearmente 0,0048 kg/100 kg PCV a cada 1% a mais de aveia branca na dieta, em substituição ao grão de milho, o que pode provocar maior fermentação e produção de gases nas dietas com maior participação de milho. Essa maior produção de gases acabou resultando em maior distensão da parede ruminal e consequente aumento no volume do rúmen e também da espessura do estrato córneo (queratina). Alvarez-Rodríguez et al. (2012) reconhecem que dietas ricas em grãos, possuem um elevado poder fermentativo na dieta de ruminantes, além de um alto poder glicogenólico. Assim, se pode teorizar que a maior participação de milho na dieta incrementou a produção de ácidos graxos voláteis havendo um efeito estimulante na síntese de queratina, elevando o peso de rúmen. As participações dos compartimentos omaso e abomaso aumentaram linearmente com a inclusão de aveia branca na dieta (Figura 5).

Figura 5 – Pesos de omaso e abomaso (% PCV) de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso.



O omaso é o compartimento anatômico responsável, principalmente pela reabsorção da água do bolo alimentar. Outra função fisiológica importante deste órgão é a absorção de ácidos graxos voláteis não absorvidos no ruminorretículo (cerca de 11%) que passa com a fase fluída da digesta, devendo ser absorvidos antes de chegar ao abomaso, onde podem causar hipomotilidade do órgão, que consiste em uma dos fatores predisponentes do deslocamento de abomaso em bovinos (DANIEL et al., 2006).

A fração fibrosa do grão de aveia é superior ao grão de milho, sendo que o aumento na participação de aveia na dieta aumentou a fibra em detergente neutro e reduziu consequentemente os carboidratos não estruturais, principalmente amido (Tabela 1). Com isso, houve uma provável menor taxa fermentativa e de passagem da digesta com a inclusão de aveia branca na dieta, refletindo em maior atividade anatomofisiológica dos

compartimentos omaso e abomaso, com possível involução nas dietas com maior participação do grão de milho.

Os resultados do presente trabalho estão em acordo com Cattelam et al. (2018b) que obtiveram maiores participações destes compartimentos no trato gastrintestinal de bovinos alimentados com aveia branca em relação ao milho. Os autores associaram esta resposta ao teor de fibra dos grãos, ao volume da digesta e ao tempo de permanência no trato digestivo que foram superiores na aveia branca.

## CONCLUSÕES

Novilhos alimentados com grão de aveia branca, em substituição ao grão de milho, em dietas sem volumoso, produzem carcaças com características semelhantes, quando abatidos com peso similar.

A participação relativa de órgãos vitais, sangue e gordura visceral diminuem com a substituição do milho por aveia branca na dieta.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA JÚNIOR, G. A. et al. Características de carcaças e dos componentes não-carcaça de bezerros holandeses alimentados após o desaleitamento com silagem de grãos úmidos ou grãos secos de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.157-163, 2008.

ALVAREZ-RODRÍGUEZ, J. et al. Rumen fermentation and histology in light lambs as affected by forage supply and lactation length. **Research in Veterinary Science**, v.92, n.2, p.247-253, 2012.

CATTELAM, J. et al. Characteristics of the carcass and quality of meat of male and female calves with different high-grain diets in confinement. **Semina: Ciências Agrárias**, v.39, n.2, p.667-682, 2018a.

CATTELAM, J. et al. Non-carcass components of cattle finished in feedlot with high grain diet. **Bioscience Journal**, v.34, n.3, p.709-718, 2018b.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2017/2018 – **5º Levantamento/Fevereiro de 2018**. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18\\_02\\_08\\_17\\_09\\_36\\_fevereiro\\_2018.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18_02_08_17_09_36_fevereiro_2018.pdf). Acesso em: 07/03/2018.

CÓRDOVA, H. A. et al. Utilização do grão de cevada em substituição ao milho em dietas para vacas em lactação. **Archives Veterinary Science**, v.10, n.3, p.9-16, 2005.

COSTA, P. M. et al. Performance of crossbred steers post-weaned in an integrated crop-livestock system and finished in a feedlot. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.52, n.5, p.355-365, 2017.

DANIEL, J. L. P. et al. Participação do ruminoretículo e omaso na superfície absorptiva total do proventrículo de bovinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.43, n.5, p.668-694, 2006.

DIAS, A. M. et al. Terminação de novilhos Nelore, castrados e não castrados, em confinamento com dieta alto grão. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.17, n.1, p.45-54, 2016.

DI MARCO, O. N. et al. **Crescimento de bovinos de corte**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007. 276 p.

ESTEVAM, D. D. **Períodos de adaptação de bovinos nelore confinados a dietas de alto teor de concentrado**. 2016. 89 f. Dissertação de Mestrado em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista – Campus Botucatu, Botucatu, 2016.

HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. Washington, D.C.:USDA (Technical Bulletin, USDA n.926). 1946. 21p.

LARRAÍN, R. E. et al. Finishing steers with diets based on corn, high-tannin sorghum, or a mix of both: Feedlot performance, carcass characteristics, and beef sensory attributes. **Journal of Animal Science**, v.87, p.2089-2095, 2009.

MACHADO, D. S. et al. Componentes não carcaça de novilhos de corte submetidos à castração cirúrgica ou imunológica. **Ciência Animal Brasileira**, v.19, n.1, e-47923, 2018.

MIOTTO, F. R. C. et al. Farelo de mesocarpo de babaçu (*Orbygnia sp.*) na terminação de bovinos: composição física da carcaça e qualidade da carne. **Ciência Rural**, v.42, p.1271-1277, 2012.

MISSIO, R. L. et al. Partes não-integrantes da carcaça de tourinhos alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.906-915, 2009.

MOLETTA, J. L. et al. Características da carcaça e da carne de bovinos não-castrados ou castrados terminados em confinamento e alimentados com três níveis de concentrado. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.2, p.1035-1050, 2014.

MÜLLER, L. et al. Evaluación de técnicas para determinar la composición de la canal. In: Associação Latinoamericana de Produção Animal, 1973, Guadalajara – México, **Anais...Guadalarjara: ALPA** (s.n.), 1973.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington: National Academy Press, 2000.

- OLIVEIRA, C. A.; MILLEN, D. D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, v.197, p.64-75, 2014.
- OWENS, F. N. et al. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.81, p.3138-3150, 1993.
- OWENS, F. N. et al. Review of some aspects of growth and development of feed cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3152-3172, 1995.
- PAULINO, P. V. R. et al. Dietas sem forragem para a terminação de animais ruminantes. **Revista Científica de Produção Animal**, v.15, n.2, p.161-172, 2013.
- SAS Institute Inc. Statistical Analyses System. **User's guide version 3.5 SAS® Studio University Edition**. Cary, North Carolina, 2016.
- SILVA, R. M. et al. Características de carcaça e carne de novilhos de diferentes predominâncias genéticas alimentados com dietas contendo níveis de substituição do grão de milho pelo grão de milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.2, p.943-960, 2014.
- VAZ, F. N. et al. Componentes não carcaça de bovinos Nelore abatidos com diferentes pesos. **Ciência Animal Brasileira**, v.16, n.3, p.313-323, 2015.

## 4 CAPÍTULO II

### QUALIDADE DA CARNE DE NOVILHOS CONFINADOS COM SUBSTITUIÇÃO DO MILHO POR AVEIA BRANCA EM DIETA SEM VOLUMOSO<sup>2</sup>

**Resumo:** Objetivou-se avaliar a qualidade da carne de novilhos não castrados, alimentados com substituição do milho por aveia branca. Foram utilizados 45 novilhos, cruzados Charolês x Nelore, com idade e peso iniciais de  $18 \pm 0,22$  meses e  $270,92 \pm 30,97$  kg, respectivamente. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. Os novilhos foram aleatoriamente distribuídos conforme o nível de substituição do grão de milho por grão de aveia branca, sendo: 0; 25; 50; 75 e 100%. As dietas foram compostas por 85% de grãos + 15% de núcleo mineral-proteico-vitamínico. A substituição do milho por aveia branca reduziu linearmente os valores de coloração ( $a^*$ ,  $b^*$  e  $L^*$ ) da gordura subcutânea. Verificou-se efeito quadrático sobre a força de cisalhamento e a quebra ao descongelamento, com pontos de máxima, para ambas as características entre 29 e 34% de aveia branca. Dentre as características sensoriais, a palatabilidade apresentou ajuste quadrático, em que o ponto de mínima foi com 52,22% de aveia branca. O ácido láurico (C12:0) apresentou comportamento quadrático. O aumento dos níveis de aveia branca na dieta reduziu linearmente a participação dos ácidos graxos C18:1 *trans*-10 + C18:1 *trans*-11, e elevou linearmente a participação do di-homo- $\gamma$ -linolênico (C20:3 n-6). O total de ácidos graxos saturados (45,73%) monoinsaturados (45,83%) e poli-insaturados (8,03%), assim como, a relação poli-insaturados/saturados e os índices de aterogenicidade e trombogenicidade foram similares entre as dietas. Quanto maior a inclusão de aveia branca na dieta, menor tornar-se-á a intensidade de amarelo da gordura subcutânea. A mistura de aveia branca e milho em dieta sem volumoso tende a aumentar a perda de líquidos no descongelamento e levemente menos macia, porém sem esta última ser percebida pelos painelistas.

**Palavras-chave:** Ácido linoleico conjugado. Aterogenicidade. Aveia branca. Maciez. Palatabilidade.

### MEAT QUALITY OF CONFINED STEERS WITH SUBSTITUTION OF CORN FOR WHITE OATS IN NON ROUGHAGE DIET

---

<sup>2</sup> Redigido na forma de capítulo de acordo com o Manual de Dissertações e Teses da UFSM 2015.

**Abstract:** The objective of this study was to evaluate the meat quality of non-castrated steers fed with corn replacement by white oats. Forty-five Charolais x Nellore crossbred steers, with initial age and weight of  $18 \pm 0.22$  months and  $270.92 \pm 30.97$  kg, respectively, were used. The experimental design was completely randomized. The steers were randomly distributed according to the level of replacement of the corn grain by white oat grain, being: 0; 25; 50; 75 and 100%. The diets were composed of 85% grain + 15% mineral-protein-vitamin nucleus. Replacement of corn with white oats linearly reduced the coloring values ( $a^*$ ,  $b^*$  and  $L^*$ ) of subcutaneous fat. There was a quadratic effect on the shear force and the thawing loss, with maximum points, for both characteristics between 29 and 34% of white oat. Among the sensorial characteristics, the palatability presented a quadratic adjustment, in which the minimum point was 52.22% of white oats. The lauric acid (C12: 0) presented quadratic behavior. The increase in white oat levels in the diet linearly reduced the participation of C18:1 *trans*- 10 + C18:1 *trans*- 11 fatty acids and linearly increased the participation of di-homo- $\gamma$ -linolenic (C20: 3 n-6). The total saturated (45.73%) monounsaturated (45.83%) and polyunsaturated (8.03%) fatty acids, as well as the polyunsaturated/saturated ratio and the atherogenicity and thrombogenicity index were similar between the diets. The greater the inclusion of white oats in the diet, the lower the yellow intensity of the subcutaneous fat will become. The mixture of white oats and corn in a non roughage diet tends to increase the loss of liquids in thawing and slightly less tenderness, but without this difference being perceived by the panelists.

**Key words:** Atherogenicity. Conjugated linoleic acid. Palatability. Tenderness. White oat.

## INTRODUÇÃO

O número de bovinos terminados em confinamento no Brasil aumentou de 2,99 milhões de cabeças em 2008 para a estimativa de 4,13 milhões em 2017, o que representa incremento de 38,13% nos últimos nove anos (ANUALPEC, 2017). Juntamente com o aumento no número de bovinos confinados é crescente o aumento no nível de concentrado nas dietas (OLIVEIRA & MILLEN, 2014), inclusive sem a participação da fração volumoso. Em contrapartida, a viabilidade econômica de confinamentos sem volumoso é dependente dos custos de aquisição do grão de milho, cereal mais utilizado nesse tipo de dieta. Com isso, têm-se buscado outros alimentos que podem substituí-lo parcial ou totalmente, como grãos de milheto (SILVA et al., 2014), arroz e aveia branca (CATTELAM et al., 2018).

Apesar de ser crescente o uso do confinamento, algumas pesquisas apontam que bovinos terminados com dietas à base de forragem produzem carnes com melhor perfil de ácidos graxos, em relação a terminados com utilização de grãos (DALEY et al., 2010; BRESSAN et al., 2011). Em revisão realizada por Daley et al. (2010) constatou-se que bovinos alimentados em pastagem apresentam maior concentração de isômeros de ácido linoleico conjugado (CLA), ácido graxo transvacênico (precursor do CLA) e ômega 3, do que bovinos alimentados com grãos.

Embora existam pesquisas atribuindo ao confinamento redução na qualidade nutricional da carne, Smith et al. (2009) ressaltam que quando são utilizadas elevadas proporções de concentrado na dieta há redução nos microrganismos responsáveis pela isomerização e biohidrogenação dos ácidos graxos poli-insaturados, em consequência da redução do pH ruminal. Logo, dietas sem volumoso podem refletir em maior passagem de ácidos graxos insaturados, sem conversão a saturados, depositando-os dessa forma na carne.

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade e o perfil lipídico da carne de novilhos alimentados com grãos de aveia branca em substituição ao grão de milho, em dietas sem volumoso.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Este trabalho foi analisado e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Santa Maria, protocolado sob o nº. 8876170417. O ensaio experimental foi conduzido no Laboratório de Bovinocultura de Corte (LBC), pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, localizado no município de Santa Maria – RS, Brasil, na região fisiográfica da Depressão Central do Rio Grande do Sul. Foram utilizados 45 bovinos machos não castrados, oriundos do cruzamento alternado contínuo entre as raças Charolês e Nelore, pertencentes a quinta e sexta gerações (21/32 Charolês 11/32 Nelore; 21/32 Nelore 11/32 Charolês; 43/64 Charolês 21/64 Nelore e 43/64 Nelore 21/64 Charolês), com idade inicial de  $18 \pm 0,22$  meses e peso corporal inicial de  $270,92 \pm 30,97$  kg.

Após chegarem de alimentação exclusivamente de pastagem natural, antecedendo ao período experimental, os animais foram adaptados às instalações e a alimentação por 14 dias, sendo previamente realizado controle de endoparasitas, com aplicação por via subcutânea de produto à base de Fosfato de Levamisol, na dosagem de 4,5 mg/kg de peso corporal. A adaptação à dieta foi disposta da seguinte forma, em função da relação

volumoso:concentrado: 1º ao 2º dias (40:60); 3º ao 4º dias (30:70); 5º ao 7º dias (20:80); 8º ao 10º dias (10:90) e 11º ao 14º dias 100% concentrado, conforme proposto por Estevam (2016). O volumoso utilizado foi a silagem de milho e o concentrado teve a mesma formulação utilizada no período experimental. Os animais foram alocados individualmente em baias, pavimentadas e semi-cobertas, providas de comedouros individuais para o fornecimento de alimentos e bebedouros com água a vontade, regulada com torneira boia, comum a duas baias.

Os tratamentos foram constituídos por diferentes níveis de substituição do grão de milho, pelo grão de aveia branca, ficando assim compostos: 0; 25; 50; 75 e 100%. As dietas foram calculadas conforme o NRC (2000), estimando o consumo de matéria seca em 2,2 kg MS 100/kg de peso corporal e um ganho de peso diário de 1,500 kg/dia. As dietas foram calculadas para que fossem isonitrogenadas, com inclusão de nitrogênio não proteico, na forma de ureia, nas dietas que continham milho. A participação de cada ingrediente nas dietas, assim como sua composição bromatológica encontram-se na Tabela 1. O núcleo comercial utilizado era composto por 12,5% de umidade, 36% de proteína bruta, 15% de nitrogênio não proteico equivalente à proteína, 2% de extrato etéreo, 10% de matéria fibrosa, 26% de matéria mineral, incluindo cálcio, fósforo, sódio, cobalto, cobre, ferro, manganês, iodo, selênio e zinco, as vitaminas (A, D3 e E), além de monensina sódica.

Tabela 1 – Participação dos ingredientes e composição bromatológica das dietas.

Ingredientes, %	Níveis de inclusão de aveia branca, %				
	0	25	50	75	100
Milho grão	82,56	62,47	41,54	21,82	–
Aveia branca grão	–	20,65	41,54	61,93	83,65
<sup>(1)</sup> Núcleo comercial	15	15	15	15	15
Calcário calcítico	1,10	0,80	1,20	0,90	1,35
Ureia	1,34	1,08	0,72	0,35	–
Composição bromatológica, %					
Matéria seca	86,55	87,20	87,39	88,21	88,36
Proteína bruta	17,95	17,95	17,95	17,95	17,95
Nutrientes digestíveis totais	82,83	82,60	81,92	81,88	81,12
Extrato Etéreo	3,35	3,51	3,65	3,82	3,97
Fibra Detergente Neutro	17,78	18,66	19,48	20,39	21,23
Fibra detergente Ácido	4,50	5,74	6,98	8,20	9,48
Cinzas	4,69	4,75	4,79	4,85	4,90
Carboidratos Não Estruturais	56,23	55,13	54,13	52,99	51,95
Amido	51,70	50,52	49,02	47,97	46,37

<sup>(1)</sup> Núcleo mineral proteico comercial – Granobel<sup>®</sup> (Agro Bella<sup>®</sup>, S. A.).



Os novilhos foram alimentados de maneira “*ad libitum*”, em duas refeições diárias, as 08h e 14h, sendo prévio ao primeiro fornecimento, coletadas as sobras do dia anterior, as quais foram pré-estabelecidas entre 20 e 50 g/kg de alimento ofertado. O abate dos novilhos foi pré-determinado para quando esses apresentassem peso corporal de aproximadamente 420 kg. Para isso os animais foram pesados a cada 28 dias para averiguação da evolução de peso dos mesmos. Previamente ao abate os novilhos foram submetidos a jejum de sólidos e líquidos por 14 horas e posteriormente transportados até frigorífico comercial com inspeção estadual, distante 20 km da fazenda de origem. O abate transcorreu conforme a rotina de abate do estabelecimento. O período de confinamento para que os novilhos atingissem o peso alvo de abate foi de: 81, 88 e 122 dias, respectivamente para os tratamentos 25 e 75% de aveia, 0 e 50% de aveia e 100% de aveia.

Após o abate as carcaças foram identificadas e mantidas em câmara de resfriamento por 24 horas. Após este período, ainda na câmara de resfriamento foi aferido o pH na meia-carcaça direita, na altura da 12<sup>a</sup> costela no músculo *Longissimus dorsi*, com auxílio do equipamento eletrônico Testo 205<sup>®</sup>. Na meia-carcaça direita foi retirada uma porção que compreende a 10<sup>a</sup>, 11<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> costelas, conforme metodologia de Hanks e Howe (1946) adaptada por Müller (1973). Após 30 minutos de exposição do músculo *Longissimus dorsi* ao ambiente foi avaliado o grau de marmorização da carne conforme metodologia de Müller (1987). Neste momento foram determinadas também as colorações da carne, no mesmo músculo, e da gordura que recobre essa secção, com amostragens em três pontos distintos, com auxílio do colorímetro portátil Minolta<sup>®</sup> CR10 para avaliação dos componentes L\* (luminosidade), a\* (componente vermelho-verde) e b\* (componente amarelo-azul) pelo sistema CIELAB.

Posteriormente essa porção retirada da carcaça foi separada e o músculo *Longissimus dorsi* foi identificado, embalado a vácuo e envolto em papel pardo para armazenamento em temperatura de -18°C. Do músculo, ainda congelado, foram retiradas três fatias (A; B e C), com 2,5 cm de espessura, perpendicular ao comprimento do músculo. As fatias A e B foram descongeladas por 24 horas, em refrigerador com temperatura entre 2 e 5°C. Após este período foi obtida a perda por descongelamento na fatia B e ambas foram submetidas à cocção, até temperatura interna de 70° C, em que na fatia B foi determinada a perda por cocção, e na fatia A avaliadas as características sensoriais, por meio de um painel de degustadores treinados (MÜLLER, 1987). Na fatia B, após a cocção foram retiradas seis amostras de feixes de fibras musculares com 1 cm<sup>3</sup>, as quais foram cortadas no sentido

longitudinal às fibras e avaliadas por meio do aparelho Warner-Bratzler Shear, quanto a força de cisalhamento.

Na fatia C foi quantificado o perfil de ácidos graxos da carne. A esterificação e quantificação de ácidos graxos foram determinadas de acordo com Christie (1989).

O perfil de ácidos graxos foi determinado em aparelho de cromatografia gasosa (Agilent, 45813-01, USA) equipado com detector de ionização em chama e coluna capilar de sílica fundida 100 m x 250 µm de diâmetro (Supelco 2560). Utilizou-se nitrogênio como gás de arraste em fluxo de 1 mL/minuto e volume de injeção de amostra de 1 µL no modo split 1/50, sendo a temperatura de injeção e detecção de 250°C. Os ácidos graxos foram identificados por comparação entre os tempos de retenção dos padrões de ésteres metílicos conhecidos (Sigma: Supelco Mix 37 Components FAME; Linoleic Acid Methyl Ester Mix (cis/trans); trans -11- Octadecenoic Methyl Ester; Linoleic Acid Conjugated Methyl Ester) e suas amostras esterificadas. A quantificação de ácidos graxos em percentagem de lipídios foi realizada por meio da concentração conhecida do padrão interno de tricosenoato de metila (C23:0) e da utilização do fator de correção teórico, assim como, do fator de conversão do éster metílico para ácido graxo, conforme metodologia proposta por Visentainer (2012).

As atividades de enzima  $\Delta^9$  – dessaturase (16 e 18) foram determinadas de acordo com as seguintes equações, respectivamente:  $C16=100*[(C16:1n-9)/(C16:0+C16:1n9)]$  e  $C18=100*[(C18:1n-9)/(C18:0+C18:1n9)]$ . Foram calculados também os índices de Aterogenicidade ( $IA= [(C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0)]/(\Sigma \text{Ácidos graxos monoinsaturados} + \Sigma \omega 6 + \Sigma \omega 3)$ ); Índice de Trombogenicidade ( $IT= (C14:0 + C16:0 + C18:0)/ [(0,5 \times \Sigma \text{Ácidos graxos monoinsaturados}) + (0,5 \times \Sigma \omega 6) + (3 \times \Sigma \omega 3) + (\Sigma \omega 3/\Sigma \omega 6)]$ ), segundo Ulbricht e Southgate (1991). A razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos:hipercolesterolêmicos ( $hH = [(C18:1n-9 + \Sigma \omega 3 + \Sigma \omega 6)/(C12:0 + C14:0 + C16:0)]$ ) foi determinada de acordo com Santos-Silva et al. (2002).

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e nove repetições, totalizando 45 unidades experimentais. Os dados coletados foram testados quanto à normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk ( $P>0,05$ ). Posteriormente foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Adicionalmente foram realizados estudos de regressão polinomial, de acordo com o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 X_i^2 + \beta_3 X_i^3 + \alpha_{ijk} + \epsilon_{ijk}$$

Em que:  $Y_{ijk}$  = observação das variáveis dependentes;  $\beta_0$  = constante da equação estimada;  $\beta_{123}$  = coeficientes de regressão estimado linear, quadrático e cúbico;  $X_i$  = nível de

substituição do grão de milho pelo grão de aveia-branca inteiro;  $\alpha_{ijk}$  = desvios da regressão;  $\varepsilon_{ijk}$  = efeito aleatório associado à observação  $Y_{ijk}$ . As variáveis dependentes foram submetidas à análise de correlação de Pearson. Em caso de ajustes significativos para mais de uma equação utilizou-se a de maior valor de coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do pacote estatístico SAS<sup>®</sup> (Statistical Analysis System, versão 3.5, SAS University Edition).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os níveis de substituição de milho por aveia branca, em dieta sem volumoso, não promoveram alterações na coloração da carne de novilhos não castrados (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores de coloração da carne e da gordura de cobertura de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso.

Variáveis	Níveis de inclusão de aveia branca, %					CV(%)	P valor		
	0	25	50	75	100		L	Q	C
Valor a* <sub>Carne</sub>	14,62	10,76	15,28	10,29	14,35	21,39	0,504	0,120	0,228
Valor b* <sub>Carne</sub>	6,36	5,16	6,62	4,45	6,01	27,07	0,323	0,067	0,131
Valor L* <sub>Carne</sub>	35,78	28,70	36,77	28,14	35,93	8,95	0,801	0,076	0,165
<sup>(1)</sup> Valor a* <sub>Gordura</sub>	7,54	6,42	6,46	5,88	4,50	21,38	<0,000	0,002	0,038
<sup>(2)</sup> Valor b* <sub>Gordura</sub>	12,60	9,58	10,28	7,93	7,68	18,06	<0,000	0,008	0,004
<sup>(3)</sup> Valor L* <sub>Gordura</sub>	65,84	64,39	64,99	64,68	61,61	3,29	0,002	0,039	0,013

CV = coeficiente de variação; L = linear; Q = quadrático; C = cúbico.

<sup>(1)</sup>  $\hat{Y} = 7,51 - 0,026(\text{IAB})$  ( $R^2 = 0,35$ ).

<sup>(2)</sup>  $\hat{Y} = 11,53 - 0,042(\text{IAB})$  ( $R^2 = 0,46$ ).

<sup>(3)</sup>  $\hat{Y} = 66,87 - 0,0306(\text{IAB})$  ( $R^2 = 0,21$ ).

IAB = Inclusão de aveia branca.

A coloração da carne é o primeiro parâmetro sensorial a ser avaliado pelo consumidor de carne bovina no momento de escolha do produto cárneo. Os resultados obtidos para coloração da carne são similares aos obtidos por Cattelan et al. (2018), que observaram coloração semelhante para a carne de bovinos alimentados exclusivamente com grãos, tendo a fração energética composta por milho ou por aveia branca, entretanto estes autores não avaliaram a coloração da gordura subcutânea. Van Cleef et al. (2017) forneceram inclusão crescente de glicerina bruta, substituindo o milho, e não verificaram influência das dietas sobre os valores de L\*, b\* e a\*. Fruet et al. (2018) avaliaram novilhos alimentados sem

volumoso e exclusivamente a pasto, sem obter diferenças na coloração da carne, mesmo com quatro vezes mais carotenoides na pastagem em relação à dieta com grãos. Logo, a coloração da carne parece não ser significativamente influenciada pela alimentação, no caso de bovinos de mesmo sexo e idade.

Apesar da coloração da carne ser semelhante, a coloração da gordura que recobre a carcaça foi influenciada pelos níveis de inclusão de aveia branca na dieta. Os valores de  $a^*$ ,  $b^*$  e  $L^*$  da gordura subcutânea reduziram linearmente com a substituição do milho pelo grão da aveia branca. A maior intensidade de coloração, principalmente  $b^*$  (intensidade de amarelo) e  $L^*$  (luminosidade) nas dietas com maior participação de milho, deve-se ao fato do milho ser rico em pró-vitamina A (betacaroteno) e pigmentantes (xantofila), podendo inclusive o milho ser considerado carotenogênico, ou seja, fonte de carotenoides (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

Os resultados do presente trabalho estão em acordo com Van Cleef et al. (2017) e Fruet et al. (2018), os quais verificaram mudanças na coloração da gordura, em função da dieta, mesmo que não houvesse diferenças na coloração da carne. Portanto, a sensibilidade em mudança na coloração em razão de mudanças na alimentação é mais pronunciada na gordura que na carne bovina. A coloração da gordura com diferentes tons de amarelo vai variar de acordo com as preferências dos consumidores, fato este ligado intimamente à localização geográfica dos mesmos. Pela análise de correlação foi possível verificar que a coloração da carne e da gordura não apresentou nenhuma associação significativa com os parâmetros ligados ao perfil lipídico da carne. Portanto, a escolha de carne bovina recoberta por gordura com aspecto mais ou menos amarelado não fará diferença do ponto de vista nutracêutico.

O pH da carne 24 horas *post mortem* foi similar entre as dietas (Tabela 3), com valor médio de 5,78, portanto dentro da faixa esperada que situa-se entre 5,6 a 5,8 (MACH et al., 2008). Esse resultado demonstra que o manejo pré-abate seguiu recomendações adequadas visando não estressar os animais, fato que poderia desencadear um pH mais elevado.

Embora os grãos ofertados apresentem normalmente diferenças na concentração energética, pela composição das dietas (Tabela 1) percebe-se que neste estudo tal variação foi muito pequena, não refletindo em mudanças no pH do *Longissimus dorsi*. Quanto maior a ingestão de energia pelo animal, maior será a concentração de glicogênio muscular pós abate, que por sua vez é convertido em lactato, que desencadeará maior queda no pH da carne (BEE et al., 2006). O metabolismo de energia e a queda do pH estão entre as mais importantes alterações que influenciam a qualidade da carne e que afetam seu valor comercial, por interferir na coloração e na capacidade de retenção de água (PAREDI et al., 2012).

Tabela 3 – Valores de pH, marmoreio, força Shear, maciez, palatabilidade, suculência, quebra ao descongelamento e quebra a cocção da carne de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso.

Variáveis	Níveis de inclusão de aveia branca, %					CV(%)	P valor		
	0	25	50	75	100		L	Q	C
pH 24 horas	5,81	5,84	5,69	5,81	5,78	4,09	0,129	0,127	0,252
*Marm., pontos	5,11	5,33	4,25	4,67	5,44	44,18	0,921	0,657	0,716
<sup>(2)</sup> Shear, kgF/cm <sup>3</sup>	5,51	6,97	5,89	5,07	4,35	23,39	0,093	0,002	0,014
**Maciez, pontos	6,37	6,00	6,13	6,29	6,70	16,96	0,396	0,345	0,541
<sup>(3)</sup> **Palat., pontos	6,33	5,96	5,83	5,96	6,25	7,12	0,775	0,021	0,065
**Sucul., pontos	6,14	6,29	5,89	6,00	6,07	9,90	0,488	0,707	0,723
<sup>(4)</sup> Queb. desc., %	9,11	9,69	9,99	7,88	7,60	23,22	0,057	0,042	0,067
Queb. coc., %	26,92	27,67	27,05	26,42	25,29	11,12	0,156	0,224	0,387

Marm. = marmoreio; Palat. = palatabilidade; Sucul. = suculência; Queb. desc. = quebra ao descongelamento;

Queb. coc. = quebra à cocção; CV = coeficiente de variação; L = linear; Q = quadrático; C = cúbico.

\*Escala de 1 a 18 pontos, sendo: 1 – 3 traços; 4 – 6 leve; 7 – 9 pequeno; 10 – 12 médio; 13 – 15 moderado; 16 – 18 abundante. \*\*1 = Extremamente dura, extremamente sem sabor ou extremamente sem suculência; 2 = muito dura; 2 = deficiente em sabor ou deficiente em suculência; 3 = dura, pouco saborosa ou pouco suculenta; 4 = levemente abaixo da média; 5 = média, 6 = levemente acima da média; 7 = macia, saborosa e suculenta; 8 = muito macia, muito saborosa ou muito suculenta; 9 = extremamente macia, extremamente saborosa ou extremamente suculenta.

$$^{(2)} \hat{Y} = 5,78 + 0,032(\text{IAB}) - 0,00048(\text{IAB})^2 (\text{R}^2 = 0,28).$$

$$^{(3)} \hat{Y} = 6,32 - 0,188(\text{IAB}) + 0,0018(\text{IAB})^2 (\text{R}^2 = 0,17).$$

$$^{(4)} \hat{Y} = 9,23 + 0,027(\text{IAB}) - 0,00046(\text{IAB})^2 (\text{R}^2 = 0,15).$$

IAB = Inclusão de aveia branca.

O marmoreio da carne foi semelhante entre os níveis de inclusão de aveia branca nas dietas, classificado como leve para todas as dietas, em que, um dos fatores que contribuíram para tal classificação foi o genótipo dos animais, pois não são raças com abundante marmoreio. O valor da força Shear apresentou comportamento quadrático, com ponto de máxima na proporção de 33,33% de aveia branca. Estudando a substituição do milho, em dieta de alto grão, por sorgo (LARRAÍN et al., 2009) ou aveia branca (CATTELAM et al., 2018), os quais não verificaram efeito da dieta sobre a força de cisalhamento da carne. Os fatores que mais influenciam a força de cisalhamento são a raça, a idade e o grau de acabamento das carcaças.

Os valores de Shear correlacionaram-se negativamente com as perdas ao descongelamento ( $r = -0,49$ ;  $P = 0,0140$ ) e a cocção ( $r = -0,38$ ;  $P = 0,0171$ ), mas não houve correlação com gordura de acabamento e marmoreio. Portanto, a diminuição da capacidade de

retenção de água na carne de novilhos que tiveram substituição parcial do milho pela aveia branca foi um dos fatores que resultou no aumento da força necessária para rompimento das fibras musculares. Apesar da diferença de maciez pelo Shear o valor médio de  $5,55 \text{ kgF/cm}^3$  caracteriza as carnes como de maciez satisfatória, considerando a participação de sangue zebuíno nos animais (35 ou 65%), a idade de abate (21 – 22 meses) e o fato de serem não castrados.

A maciez da carne avaliada pelos painelistas foi similar entre as dietas, diferentemente do observado pelo método objetivo. O coeficiente de correlação entre a força Shear e a maciez avaliada pelos painelistas foi de  $-0,68$  ( $P=0,0001$ ). A média da maciez foi classificada como levemente acima da média, com valores muito próximos aos observados por Cattelan et al. (2018), para bovinos alimentados sem volumoso, com substituição total do milho grão por aveia branca ou arroz. Carnes com maior pontuação de maciez demonstraram alguma associação positiva com a qualidade nutracêutica, uma vez que houve correlação fraca positiva com a relação de ácidos graxos poli-insaturados/saturados ( $r = 0,32$ ;  $P = 0,0377$ ) e fraca negativa com o índice de aterogenicidade ( $r = -0,34$ ;  $P = 0,0261$ ). A suculência também foi semelhante entre as dietas, corroborando com os resultados obtidos pelos autores acima citados. Uma vez que houve diferenças nas perdas por descongelamento, esperava-se que fosse perceptível alguma mudança na suculência, mas isso não ocorreu, provavelmente, em virtude da similaridade de marmoreio que influencia na percepção da suculência da carne.

A palatabilidade apresentou comportamento quadrático de acordo com a inclusão de aveia branca na dieta de alto grão, com ponto de mínima em 52,22% de aveia branca. Logo, a mistura de grãos de aveia branca e de milho em dieta sem volumoso, em partes semelhantes reflete em carne menos palatável. A palatabilidade não apresentou correlação significativa com nenhuma das outras variáveis dependentes, resultado intrigante, pois, em outros estudos os avaliadores por vezes verificam uma interdependência entre as características sensoriais da carne.

Avaliando exclusivamente os grãos de milho ou aveia branca, acrescidos de 15% de núcleo para dieta sem volumoso, Cattelan et al. (2018) não verificaram diferenças na palatabilidade da carne entre esses grãos, com valores médios, respectivamente de 6,34 e 6,35 pontos. Esses valores são muito próximos aos obtidos para os mesmos grãos no presente estudo, assim, essas informações demonstram que a mistura dos grãos foi responsável pela redução da palatabilidade da carne, necessitando novos estudos para descobrir a causa de tal resposta.

As perdas de líquidos por descongelamento apresentaram comportamento quadrático, em que, o ponto de máxima foi com participação de 29,34% de aveia branca na dieta. A literatura existente não traz efeito de diferentes dietas sobre as perdas por descongelamento na carne de bovinos alimentados com alto grão (Cattellam et al., 2018), porém a maioria dos trabalhos que aborda este tipo de dieta considera apenas as perdas por cocção. Costa et al. (2002) citam que há associação negativa entre o grau de marmorização da carne e as perdas por descongelamento, porém neste estudo não houve correlação significativa entre estas variáveis. Todavia, a quebra ao descongelamento apresentou correlações significativas, com a força de cisalhamento e com a pontuação de maciez ( $r = - 0,36$ ;  $P = 0,0192$ ), reforçando a hipótese que a menor maciez das carnes na mistura dos grãos deu-se pela maior perda de líquidos no momento do descongelamento.

Os ácidos graxos saturados da carne, exceto o ácido láurico (C12:0), foram similares entre as dietas (Tabela 4). O ácido láurico (C12:0) apresentou comportamento quadrático, com a substituição do grão de milho por grão de aveia branca, tendo ponto de mínima na curva, em 14,68% de aveia branca. A dieta com 100% aveia branca apresentou a maior concentração desse ácido graxo (0,23%), resultado atrelado ao maior teor de fibra em detergente neutro dessa dieta, que pode ter possibilitado uma faixa de pH mais adequada no ambiente ruminal, facilitando o processo de biohidrogenação.

Todavia, o ácido graxo láurico possui menor relevância entre os ácidos graxos da carne bovina, frente ao palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0). Silva et al. (2014), ao substituírem o milho por grão de milheto em dieta de bovinos confinados com 80% de concentrado não verificaram diferença no teor de ácido láurico. Esse ácido graxo juntamente com o mirístico e o palmítico podem provocar mudanças degenerativas nas paredes arteriais (HORNSTRA & LUSSENBERG, 1975). Porém as alterações no ácido láurico parecem não ter consequências biológicas pela sua pequena participação na composição lipídica da carne (FREITAS et al., 2014).

O ácido graxo saturado com maior participação neste estudo foi o palmítico, seguido pelo esteárico, resultados concordantes com a literatura para a carne bovina (METZ et al., 2009; HAUTRIVE et al., 2012; SILVA et al., 2014). Maiores teores de ácidos graxos saturados não são desejáveis, pois tendem a elevar as lipoproteínas de baixa (LDL) quanto as de alta (HDL) densidade. De acordo com Hautrive et al. (2012) o mirístico é hipercolesterolêmico, enquanto o palmítico (C16:0) tem ação hipercolesterolêmica menor e o ácido esteárico (C18:0), de grande participação na carne, tem efeito nulo.

Tabela 4 – Perfil de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso.

Ácidos graxos, %	Níveis de inclusão de aveia branca, %					CV(%)	P valor		
	0	25	50	75	100		L	Q	C
<b>Saturados</b>									
<sup>(1)</sup> Láurico (C12:0)	0,18	0,12	0,17	0,22	0,23	35,10	0,004	0,000	0,061
Mirístico (C14:0)	2,75	2,76	2,71	2,61	3,01	18,66	0,505	0,434	0,432
Pentadecílico (C15:0)	0,43	0,47	0,48	0,43	0,55	27,22	0,193	0,348	0,187
Palmítico (C16:0)	24,60	24,38	24,61	24,56	25,20	5,45	0,317	0,411	0,618
Margárico (C17:0)	0,99	1,09	1,06	0,84	1,04	16,29	0,489	0,788	0,314
Esteárico (C18:0)	16,50	17,03	16,71	17,27	15,63	11,20	0,465	0,274	0,394
<b>Monoinsaturados</b>									
Miristoléico (C14:1 n-5)	0,19	0,24	0,19	0,19	0,18	35,17	0,399	0,383	0,413
Palmitoléico (C16:1 n-7)	3,23	3,20	3,44	3,21	3,61	16,29	0,198	0,372	0,515
10-heptadecenóico (C17:1 n-7)	0,86	1,08	0,93	0,75	0,94	32,84	0,511	0,771	0,134
Elaídico (C18:1 n-9 trans)	0,26	0,38	0,33	0,32	0,34	41,72	0,605	0,619	0,465
Oleico (C18:1 n-9 cis)	37,24	36,78	37,02	36,00	37,19	5,06	0,666	0,612	0,675
<sup>(2)</sup> C18:1 n-10 trans + C18:1 n-11 trans	2,77	2,78	2,48	2,24	2,18	26,59	0,016	0,065	0,119
Vacênico (C18:1 n-7)	1,70	1,85	1,75	1,66	1,74	16,11	0,753	0,910	0,652
<b>Poli-insaturados</b>									
Linoleico (C18:2 n-6)	6,11	5,36	5,43	6,69	5,73	23,70	0,717	0,879	0,254
$\alpha$ -linolênico (C18:3 n-3)	0,20	0,22	0,29	0,29	0,16	49,71	0,961	0,050	0,279
CLA (C18:2 cis 9 trans 11)	0,39	0,38	0,40	0,42	0,39	24,28	0,778	0,850	0,833
<sup>(3)</sup> di-homo- $\gamma$ -linolênico (C20:3 n-6)	0,28	0,28	0,32	0,40	0,40	29,60	0,002	0,093	0,082
Araquidônico (C20:4 n-6)	1,43	1,57	1,64	1,87	1,49	30,17	0,453	0,289	0,327

CV = coeficiente de variação; L = linear; Q = quadrático; C = cúbico.

<sup>(1)</sup> $\hat{Y} = 0,14 - 0,00047(\text{IAB}) + 0,000016(\text{IAB})^2$  ( $R^2 = 0,35$ ); <sup>(2)</sup> $\hat{Y} = 2,84 - 0,0070(\text{IAB})$  ( $R^2 = 0,13$ ); <sup>(3)</sup> $\hat{Y} = 0,27 + 0,0015(\text{IAB})$  ( $R^2 = 0,22$ ).



Dentre os ácidos graxos monoinsaturados aquele com maior participação foi o oleico (C18:1- *cis* 9), com média de 36,78% dos ácidos graxos da carne. Os valores são próximos aos reportados por Freitas et al. (2014), que observaram concentração de oleico de 36,59 e 36,35%, respectivamente, para novilhos terminados em confinamento e somente em pastagem. Fruet et al. (2018) observaram similaridade na concentração de oleico, quando novilhos foram alimentadas à base de forragem, forragem com suplementação (1,4% do peso vivo) e dieta sem volumoso, à base de milho. Logo, a carne de bovinos obtidos de dietas sem volumoso apresentou concentração de oleico semelhante àquela de bovinos terminados em dietas com forragem. O ácido oleico é desejável na carne por reduzir o LDL – colesterol ruim (efeito hipocolesterolêmico), além de reduzir os riscos de acidente vascular cerebral e diminuir a pressão arterial diastólica e sistólica (DALEY et al., 2010).

O somatório dos ácidos graxos C18:1 *trans*- 10 e C18:1 *trans*- 11 reduziu linearmente com a substituição do grão de milho pelo grão de aveia branca. Quanto maior foi a inclusão do grão de aveia branca na dieta, o teor de fibra em detergente neutro também se elevou, com isso, pode ter havido maior crescimento de bactérias celulolíticas responsáveis pela biohidrogenação. Em contra partida, quanto maior a participação do grão de milho, a taxa fermentativa e de passagem também tende a ser maior. Dessa forma, esses dois fatores, associados, levaram a uma maior deposição de ácidos graxos intermediários da biohidrogenação na carne de novilhos que consumiram mais grão de milho.

Em seus estudos, Fruet et al. (2018) contabilizaram os ácidos graxos C18:1 *trans* conjuntamente (*trans*- 9, *trans*- 10 e *trans*- 11) e observaram maiores concentrações na carne de novilhos terminados sem volumoso, frente à pastagem e pastagem com suplementação. A alimentação de bovinos, sem volumoso, modula a via da biohidrogenação ruminal, deslocando a produção de *trans*-vacênico para C18:1 *trans*- 10 no rúmen (BUCCIONI et al., 2012) e com isso há maior deposição dos ácidos graxos *trans* C18:1 na carne (FRUET et al., 2018).

O ácido C18:1 *trans*- 11 é resultante de dietas com maior participação de forragem (SCOLLAN et al., 2014) devido ao teor de fibra e maior permanência da dieta no rúmen que auxilia a biohidrogenação. No entanto, no presente estudo a inclusão do grão de aveia branca que eleva o teor de fibra da dieta, reduziu a participação dos ácidos C18:1 *trans*-10 + *trans*-11, indicando que quanto maior a participação do grão de milho na dieta, maior foi a deposição de C18:1 *trans*- 10. Dietas com elevado teor de ácido graxo linoleico, ou rapidamente fermentáveis (i. e. grãos de cereais) produzem altos níveis de C18:1 *trans*- 10 (DUGAN et al., 2007) e têm sido associados com doenças coronárias em humanos

(HODGSON et al., 1996). Todavia, neste estudo não foi possível concluir que a substituição do milho por aveia branca produziu carnes com menor propensão a causar doenças coronárias, uma vez que estes ácidos graxos foram contabilizados juntos.

Os ácidos graxos poli-insaturados, de grande interesse à saúde humana, foram similares entre as dietas (Tabela 4), exceto o di-homo- $\gamma$ -linolênico (C20:3 n-6), que aumentou linearmente com a inclusão do grão de aveia branca. Resultado semelhante foi observado por Silva et al. (2014) que observaram aumento linear na concentração desse ácido graxo com a substituição do grão de milho por grão de milheto. Os autores atribuíram o resultado a concentração desse ácido graxo nos próprios utilizados.

O ácido graxo poli-insaturado com maior participação na carne foi o linoleico (C18:2 n-6), representando 73,57% do total de poli-insaturados. Os resultados obtidos para este ácido estão em acordo com a literatura (SILVA et al., 2014; Van CLEEF et al., 2017; FRUET et al., 2018). Apesar do grão de milho ser rico em ácido graxo linoleico (55,08 vs. 29,81 % da aveia) essa resposta não se manifestou nos ácidos graxos presentes no músculo *Longissimus dorsi*. Aldai et al. (2010) alimentaram bovinos, em alto grão, com inclusão de 0; 20 e 40% de grãos secos de destilaria (DDGS) de milho e de trigo e observaram que na dieta com DDGS de milho elevou-se linearmente o teor de linoleico, que também havia aumentado na dieta em relação ao controle. Os ácidos graxos linoleico e linolênico são considerados essenciais na dieta humana, por não sermos capazes de sintetizá-lo no próprio corpo.

Os valores de ácido linoleico conjugado (C18:2 *cis* 9 *trans* 11), também chamado de CLA, foram similares entre as dietas, o que pode estar associado à semelhança no teor do ácido vacênico, pois de acordo com Daley et al. (2010) o vacênico é precursor no metabolismo intermediário do CLA e responsável por 80 a 90% da deposição de CLA na gordura intramuscular da carne. Ressalta-se, no entanto, que os valores de CLA obtidos neste estudo são superiores aos verificados em pesquisas com presença de volumoso, no confinamento (METZ et al., 2009; SILVA et al., 2014) e também criados somente a pasto (FREITAS et al., 2014).

Os conjuntos de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados foram similares entre as dietas (Tabela 5). O teor de ácidos graxos saturados foi de 45,73% do total de ácidos graxos da carne, próximos aos encontrados por Silva et al. (2014), que obtiveram 45,20% de ácidos graxos saturados na carne de novilhos alimentados com 80% de concentrado. Fruet et al. (2018) verificaram que dietas sem volumoso, proporcionaram deposição similar de ácidos graxos saturados na carne, em relação a pastagem e pastagem, com suplementação.

De acordo com Metz et al. (2009) a carne bovina, em especial, é considerada uma das carnes com maior efeito prejudicial à saúde humana, em razão de sua composição lipídica, constituída pelos ácidos graxo, principalmente os saturados e *trans*. O teor de ácidos graxos saturados está diretamente relacionado com o total de gordura na carcaça, com ênfase a gordura intramuscular (BRESSAN et al., 2011), todavia no presente estudo embora ambas as características tenham sido similares entre as dietas, não houve correlação significativa entre elas.

Tabela 5 – Perfil lipídico da carne de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso.

Ácidos graxos, %	Níveis de inclusão de aveia branca, %					CV(%)	P valor		
	0	25	50	75	100		L	Q	C
Saturados	45,46	45,86	45,75	45,93	45,66	4,95	0,836	0,909	0,979
Monoinsaturados	46,09	46,32	46,16	44,39	46,20	4,69	0,458	0,638	0,275
Poli-insaturados	8,05	7,43	7,68	9,26	7,75	24,70	0,561	0,828	0,264
Omega 3 ( $\omega$ 3)	0,20	0,21	0,29	0,30	0,16	49,76	0,979	0,050	0,279
Omega 6 ( $\omega$ 6)	7,85	7,22	7,39	8,96	7,59	24,65	0,555	0,839	0,298
$\omega$ 6/ $\omega$ 3	43,17	41,02	29,61	38,05	51,12	43,22	0,506	0,077	0,132
Poli-insaturados/ Saturados	0,18	0,17	0,18	0,21	0,18	25,72	0,530	0,802	0,291
$\Delta^9$ dessaturase 16	11,56	11,59	12,20	11,59	12,47	13,68	0,284	0,545	0,686
$\Delta^9$ dessaturase 18	69,35	68,33	69,00	67,53	70,50	4,19	0,624	0,245	0,315
Aterogenicidade	0,66	0,66	0,66	0,66	0,70	10,68	0,386	0,502	0,616
Trombogenicidade	1,86	1,86	1,84	1,92	1,87	8,91	0,639	0,894	0,878
Razão h/H	1,67	1,64	1,65	1,68	1,61	9,41	0,638	0,852	0,761

h = ácidos graxos hipocolesterolêmicos; H = ácidos graxos hipercolesterolêmicos; CV = coeficiente de variação;

L = linear; Q = quadrático; C = cúbico.

Os teores de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados apresentaram médias respectivas de 45,83% e 8,03%, sem apresentar diferença entre os níveis de inclusão de aveia branca na dieta, em substituição ao milho. Silva et al. (2014) também verificaram similaridade no total de ácidos graxos mono e poli-insaturados, ao modificar a fração energética da dieta.

Por outro lado, Costa et al. (2012) verificaram que dietas com alta ou baixa participação de forragem não alteraram a soma de ácidos graxos monoinsaturados para bovinos Alentejana, ao passo que para o genótipo Barrosã os animais alimentados com baixa forragem apresentaram maior concentração de gordura monoinsaturada na carne, demonstrando associação entre dieta e genótipo sobre o perfil lipídico. Portanto, no presente estudo, o fato de haver distribuição equalizada de animais de mesmo genótipo nas dietas e as

próprias dietas serem semelhantes não proporcionou efeito significativo sobre a composição lipídica da carne, em termos de somatório dos ácidos graxos saturados, mono e poli-insaturados.

A determinação dos teores de ácidos graxos poli-insaturados é uma das principais premissas do estudo de perfil lipídico da carne, uma vez que, esses são os mais benéficos à saúde humana, mas de acordo com Ladeira et al. (2014) podem acarretar problemas com relação à validade do produto e características sensoriais da carne. Isso ocorre porque quanto maior o grau de insaturação de um ácido graxo, maior sua susceptibilidade a oxidação.

O somatório de ácidos graxos insaturados foi superior ao de saturados, contrastando os resultados de Metz et al. (2009) para animais de genótipo semelhante ao do presente estudo. Além disso, a relação observada para poli-insaturados/saturados (Tabela 5) foi também superior a do estudo citado acima. Smith et al. (2009) ressaltam que dietas ricas em grãos reduzem os microrganismos responsáveis pela isomerização e biohidrogenação dos ácidos graxos poli-insaturados, em consequência da redução do pH ruminal. Com isso, há uma maior “passagem” desses ácidos graxos pelo ambiente ruminal, sendo absorvidos e depositados dessa forma na carne bovina.

Os teores de ácidos graxos Omega 3 ( $\omega 3$ ) e Omega 6 ( $\omega 6$ ), assim como, a relação  $\omega 6/\omega 3$  foram similares entre as dietas (Tabela 6). Dentre estes lipídios chama atenção a baixa concentração de  $\omega 3$ , mas esta resposta se relaciona diretamente à dieta sem forragem, em que a dieta torna-se pobre em ácido graxo C18:3 n-3 ( $\alpha$ -linolênico), principal precursor da série  $\omega 3$ . Daley et al. (2010) ressaltam que dietas à base de forragem produzem carnes com maior concentração de  $\omega 3$ , sem alterar o  $\omega 6$  e assim melhorando a relação  $\omega 6/\omega 3$ .

As atividades das enzimas  $\Delta^9$  – dessaturase 16 e  $\Delta^9$  – dessaturase 18 não foram modificadas pelas dietas. A  $\Delta^9$  – dessaturase é a enzima responsável pela retirada de moléculas de hidrogênio das cadeias carbonadas dos ácidos graxos saturados, transformando-os em ácidos graxos insaturados (METZ et al., 2009). Essas enzimas são, portanto, responsáveis pela conversão dos ácidos graxos C16:0 e C18:0, em C16:1 e C18:1. Neste estudo os resultados são coerentes, para ambas as enzimas, pois não se observou diferença nos ácidos graxos C16:0 e C16:1, e mesmo que tenha sido observada diferença para C18:1 *trans*-10 + *trans*-11, sem ter havido diferença para C18:0, quando acrescenta-se o C18:1 *trans*-9, provavelmente esta diferença deixará de existir, pois a dieta com milho teve a maior concentração dos *trans*-10 e *trans*-11, mas a menor de C18:1 *trans*-9 e os ácidos C18:1 *cis* foram similares entre as dietas, com ênfase ao oleico que possui maior participação na carne bovina.

Os índices de aterogenicidade e trombogenicidade não modificaram na carne de novilhos oriundos de confinamento, sem volumoso, à base de milho e/ou aveia branca (Tabela 5). Esses índices relacionam os ácidos pró e antiaterogênicos e indicam o potencial de estímulo a agregação plaquetária, ou seja, quanto menores os valores maior a quantidade de ácidos graxos antiaterogênicos presentes nas gorduras e, conseqüentemente, maior o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronárias (ARRUDA et al., 2012).

Os autores anteriormente citados obtiveram índices de aterogenicidade e trombogenicidade, respectivamente de 0,60 a 0,67 e 1,31 a 1,46. Portanto, para o primeiro parâmetro nossos valores são semelhantes, porém o potencial de formação de trombo é superior, em relação ao estudo de Arruda et al. (2012). Van Cleef et al. (2017) ao avaliarem o índice de aterogenicidade no músculo *Longissimus* de novilhos alimentados, com inclusão de glicerina bruta na dieta, principalmente em substituição ao milho não observaram diferença entre as dietas, porém com média de 0,96. Os índices de aterogenicidade e trombogenicidade apresentaram alta correlação com o total de ácidos graxos saturados ( $r = 0,73$  e  $0,91$ , respectivamente). Entretanto, quanto aos insaturados, a aterogenicidade teve maior correlação com poli-insaturados ( $r = - 0,49$ ;  $P = 0,0008$ ) e a trombogenicidade com os monoinsaturados ( $r = - 0,85$ ;  $P < 0,0001$ ).

A relação entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (h/H) não diferiu entre as dietas. Salienta-se que o fato dessa relação ser maior que “um” indica carne com maior quantidade de ácidos graxos hipo do que hipercolesterolêmicos. Segundo Arruda et al. (2012) a razão h/H é baseada nos efeitos funcionais dos ácidos graxos sobre o metabolismo do colesterol, contudo permite melhor avaliação nutricional, além de considerar os efeitos benéficos dos ácidos graxos monoinsaturados nessa relação. Ressalta-se, no entanto, que o ácido esteárico (C18:0) apesar de ser saturado não incrementa o colesterol sanguíneo. A literatura é bastante escassa com relação a esse parâmetro sobre a carne bovina, necessitando o preenchimento dessa lacuna. Como referências, o valor médio de 1,65 é inferior aos informados por Santos-Silva et al. (2002) e Arruda et al. (2012), que verificaram valores respectivos de 1,98 e 2,11, na carne de cordeiros.

## CONCLUSÕES

O grão de milho aumenta a intensidade de amarelo na coloração da gordura de bovinos.

A substituição do grão de milho por grão de aveia branca, próximo a 30% aumenta a força de cisalhamento e a perda de líquidos da carne durante o descongelamento. Porém, as diferenças de maciez não são perceptíveis por painel.

O perfil lipídico, considerando os totais de ácidos graxos saturados, mono e poli-insaturados não são influenciadas pelo nível de substituição do grão de milho por grão de aveia branca, em dieta sem volumoso para bovinos.

## REFERÊNCIAS

- ALDAI, N. et al. Differences in the *trans*-18:1 profile of the backfat of feedlot steers fed wheat or corn based dried distillers' grains. **Animal Feed Science and Technology**, v.157, p.168-172, 2010.
- ANUALPEC. **Anuário da Pecuária de Corte**. FNP. São Paulo, 360p., 2017.
- ARRUDA, P. C. L. et al. Perfil de ácidos graxos no *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis energéticos. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.3, p.1229-1240, 2012.
- BEE, G. et al. Effects of available dietary carbohydrate and preslaughter treatment on glycolytic potential, protein degradation, and quality traits of pig muscles. **Journal of Animal Science**, v.84, p.191-203, 2006.
- BRESSAN, M.C. et al. Genotype x environment interactions for fatty acid profiles in *Bos indicus* and *Bos taurus* finished on pasture or grain. **Journal of Animal Science**, v.89, p.221-232, 2011.
- BUCCIONI, A. et al. Lipid metabolism in the rumen: New insights on lipolysis and biohydrogenation with an emphasis on the role of endogenous plant factors. **Animal Feed Science and Technology**, v.174, p.1-25, 2012.
- CATTELAM, J. et al. Characteristics of the carcass and quality of meat of male and female calves with different high-grain diets in confinement. **Semina: Ciências Agrárias**, v.39, n.2, p.667-682, 2018.
- CHRISTIE, W. W. A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesteryl esters. **Journal of Lipid Research**, v.23, p.1072-1075, 1989.
- COSTA, E. C. et al. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos Red Angus superprecoce, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.417-428, 2002.
- COSTA, P. et al. Effect of low- and high-forage diets on meat quality and fatty acid composition of Alentejana and Barrosã beef breeds. **Animal**, v.6, n.7, p.1187-1197, 2012.

- DALEY, C. A. et al. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. **Nutrition Journal**, v.9, 2010.
- DUGAN, M. E. R. et al. Comparing subcutaneous adipose tissue in beef and muskox with emphasis on *trans* 18:1 and conjugated linoleic acids. **Lipids**, v.42, p.509-518, 2007.
- ESTEVAM, D. D. **Períodos de adaptação de bovinos nelore confinados a dietas de alto teor de concentrado**. 2016. 89 f. Dissertação de Mestrado em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista – Campus Botucatu, Botucatu, 2016.
- FREITAS, A. K. et al. Nutritional composition of the meat of Hereford and Braford steers finished on pastures or in a feedlot in southern Brazil. **Meat Science**, v.96, p.353-360, 2014.
- FRUET, A. P. B. et al. Effects of feeding legume-grass pasture and different concentrate levels on fatty acid profile, volatile compounds, and off-flavor of the *M. Longissimus thoracis*. **Meat Science**, v.140, p.112-118, 2018.
- HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. Washington, D.C.:USDA (Technical Bulletin, USDA n.926). 1946. 21p.
- HAUTRIVE, T.P.; MARQUES, A.C.; KUBOTA, E.H. Avaliação da composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos de cortes cárneos comerciais de avestruz, suíno, bovino e frango. **Alimentos e Nutrição**, v.23, p.327-334, 2012.
- HODGSON, J. M. et al. Platelet *trans* fatty acids in relation to angiographically assessed coronary artery disease. **Atherosclerosis**, v.120, p.147-154, 1996.
- HORNSTRA, G.; LUSSENBERG, R. N. Relationship between the type of dietary fatty acid and the arterial thrombus tendency in rats. **Atherosclerosis**, v. 22, p. 499-516, 1975.
- LADEIRA, M.M. et al. Fatty acid profile, color and lipid oxidation of meat from young bulls fed ground soybean or rumen protected fat with or without monensin. **Meat Science**, v.96, p.597-605, 2014.
- LARRAÍN, R. E. et al. Finishing steers with diets based on corn, high-tannin sorghum, or a mix of both: Feedlot performance, carcass characteristics, and beef sensory attributes. **Journal of Animal Science**, v.87, p.2089-2095, 2009.
- METZ, P. A. M.; MENEZES, L. F. G.; SANTOS, A. P. et al. Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos de diferentes idades e grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.523-531, 2009.
- MÜLLER, L. et al. Evaluación de técnicas para determinar la composición de la canal. In: Asociación Latinoamericana de Producción Animal, 1973, Guadalajara – México, **Anais...Guadalajara: ALPA (s.n.)**, 1973.
- MULLER, L. **Normas para avaliação de carcaça e concurso de carcaça de novilhos**. 2. Ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1987. 31p.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington: National Academy Press, 2000.

OLIVEIRA, C. A.; MILLEN, D. D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, v.197, p.64-75, 2014.

PAREDI, G. et al. "Muscle to meat" molecular events and technological transformations: The proteomics insight. **Journal of Proteomics**, v.75, n.14, p.4275-4289, 2012.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Aguide to carotenoid analysis in foods**. Washington, DC: International Life Sciences Institute, 2001. 64p.

SANTOS-SILVA, J. et al. The effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lamb. II Fatty acid composition of meat. **Livestock Science**, v. 77, n. 2, p. 187-194, 2002.

SAS Institute Inc. Statistical Analyses System. **User's guide version 3.5 SAS® Studio University Edition**. Cary, North Carolina, 2016.

SCOLLAN, N. D. et al. Enhancing the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, v.97, p.384-394, 2014.

SILVA, R. M. et al. Perfil de ácidos graxos da carne de novilhos europeus e zebuínos alimentados com milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, n.1, p.63-70, 2014.

SMITH, S. B. et al. Regulation of fat and fatty acid composition in beef cattle. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.22, p.1225-1233, 2009.

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

Van CLEEF, E. H. C. B. et al. Effects of dietary inclusion of high concentrations of crude glycerin on meat quality and fatty acid profile of feedlot fed Nellore bulls. **Plos One**, v.12, n.6, e-0179830, 2017.

VISENTAINER, J. V. Aspectos analíticos da resposta do detector de ionização em chama para ésteres de ácidos graxos em biodiesel e alimentos. **Química Nova**, v.35, n.2, p.274-279, 2012.



## 5 DISCUSSÃO

A produção de carne bovina, em que, a fase de terminação é feita em sistema de confinamento, exclusivamente com concentrado é totalmente viável do ponto de vista técnico, desde que os cuidados necessários sejam observados. Embora, um dos critérios recomendados para a adoção do confinamento sem volumoso seja o peso mínimo inicial de 300 kg este trabalho demonstrou que com peso inicial de 270 kg foi possível obter carcaças com peso acima de 230 kg (CAPÍTULO I). Nas dietas com milho e com inclusão de até 75% de aveia branca esse peso foi atingido em período de 95 a 102 dias, considerando 14 dias de adaptação + 81 a 88 de período experimental.

A mistura de grãos de milho e aveia branca elevou o consumo de matéria seca (% peso corporal) dos novilhos, em relação às dietas em que não houve mistura destes grãos. Este fato resultou em maior preenchimento do trato digestivo dos animais que consumiram a mistura e conseqüentemente reduziu o rendimento de carcaça (CAPÍTULO I). Todavia, o peso aproximado de 420 kg, sendo critério de abate as demais características quantitativas da carcaça são semelhantes. Isto ocorre, porque, considerando os sistemas de terminação de bovinos existentes, as dietas testadas são bastante semelhantes do ponto de vista nutricional.

O consumo de uma dieta mais calórica reflete em aumento de órgãos internos, volume de sangue e gorduras viscerais, enquanto o padrão de fermentação dos grãos é o provável causador de modificações na participação dos diferentes compartimentos estomacais de bovinos.

As diferentes dietas avaliadas produziram carnes com a maioria das características semelhantes (CAPÍTULO II). A presença de  $\beta$ -carotenóides e pigmentantes no grão de milho resultou em aumento na intensidade de amarelo e luminosidade da gordura, à medida que havia mais milho na dieta. A coloração mais branca ou mais amarela pode ser fator de influência na compra da carne bovina. Porém, a decisão por uma ou outra possui dependência regional, como exemplo no RS, há preferência de muitos consumidores por uma gordura mais amarela.

As carnes com maior força de cisalhamento e com maior perda de líquidos ao descongelamento foram avaliadas pelo painel de degustadores como menos palatáveis (CAPÍTULO II). Estas características demonstraram ajuste quadrático da regressão, em que, as carnes mais atrativas foram aquelas de bovinos alimentados com grãos de milho ou de aveia branca, acrescidos apenas de núcleo mineral-proteico-vitamínico.

O perfil lipídico das carnes obtidas de novilhos não castrados alimentados, em dieta sem volumoso, com grãos de milho, aveia branca ou mistura destes em diferentes proporções é muito semelhante. Dentre os parâmetros avaliados, que podem ter reflexo sobre a saúde humana, a grande maioria não foi diferente dos parâmetros verificados na carne bovina em outros sistemas alimentares avaliados. A exceção é a relação Omega 6/Omega 3 que ficou bem acima dos padrões recomendados, mas neste tipo de dieta essa resposta já é esperada uma vez que maior concentração de Omega 3 na carne é oriunda do ácido graxo C18:3 n-3 ( $\alpha$ -linolênico) que é bastante encontrado nas forragens.

De modo a atender os diferentes elos da cadeia da carne bovina, pode-se recomendar o uso do confinamento sem volumoso, tendo como fonte energética o milho ou a substituição do milho por aveia branca até 75%. Com isso, haverá uma produção de carcaças e de carnes com muito mais semelhanças que diferenças. O aspecto depreciativo da dieta com aveia branca e sem milho é o maior tempo de confinamento para atingir peso de abate, em virtude de menor ganho de peso diário.

## 6 CONCLUSÃO

Quando o peso de abate é pré-estipulado novilhos alimentados com grão de aveia branca, em substituição ao grão de milho, em dietas sem volumoso, podem produzir carcaças com características semelhantes. Em dietas com grãos ricos em energia é possível conseguir adequado acabamento de carcaças em novilhos não castrados, beneficiando-se também do efeito anabólico da testosterona. A inclusão do grão de aveia branca em substituição ao grão de milho na dieta reduz linearmente a massa relativa de órgãos vitais, sangue e gordura visceral.

Carcaças com gordura de cobertura de coloração mais amarela são obtidas quando se utiliza maior proporção de milho, em detrimento da aveia branca em dietas sem volumoso para bovinos. Ocorre comportamento quadrático da força de cisalhamento, da palatabilidade e das perdas de líquidos no descongelamento, com a inclusão de aveia branca em substituição ao milho. A substituição do grão de milho por grão de aveia branca, em dieta sem volumoso para bovinos não modifica o perfil lipídico da carne, considerando os totais de ácidos graxos saturados, mono e poli-insaturados, assim como, não altera o perfil de ácidos graxos que são potencialmente causadores de doenças cardiovasculares.

## REFERÊNCIAS

- ALDAI, N. et al. Differences in the *trans*-18:1 profile of the backfat of feedlot steers fed wheat or corn based dried distillers' grains. **Animal Feed Science and Technology**, v.157, p.168-172, 2010.
- ARGENTA, F. M. **Grãos inteiros de milho, aveia branca ou arroz com casca na terminação de bovinos confinados – Desempenho e comportamento ingestivo**. 2015. 96 p. Tese de Doutorado em Zootecnia. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2015.
- ARRUDA, P. C. L. Perfil de ácidos graxos no *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis energéticos. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.3, p.1229-1240, 2012.
- BORGES, C. A. A. et al. Substituição de milho grão inteiro por aveia preta grão no desempenho de cordeiros confinados recebendo dietas com alto grão. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, supl. 1, p.2011-2020, 2011.
- BRESSAN, M. C. et al. Genotype x environment interactions for fatty acid profiles in *Bos indicus* and *Bos taurus* finished on pasture or grain. **Journal of Animal Science**, v.89, p.221-232, 2011.
- BROWN, M. S. et al. Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: metabolism. **Journal of Animal Science**, v.84, p.25-33, 2006.
- CALLEGARO, A. M. **Dietas de alto grão no comportamento, desempenho e qualidade da carne de novilhos confinados**. 2014. 207 p. Tese de Doutorado em Zootecnia. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2014.
- CATTELAM, J. et al. Characteristics of the carcass and quality of meat of male and female calves with different high-grain diets in confinement. **Semina: Ciências Agrárias**, v.39, n.2, p.667-682, 2018a.
- CATTELAM, J. et al. Non-carcass components of cattle finished in feedlot with high grain diet. **Bioscience Journal**, v.34, n.3, p.709-718, 2018b.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira 2015/2016 – **4º Levantamento Dezembro de 2015**. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_01\\_12\\_09\\_00\\_46\\_boletim\\_graos\\_janeiro\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_12_09_00_46_boletim_graos_janeiro_2016.pdf). Acesso em: 14/08/2016.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2018/2019 – **1º Levantamento/Outubro de 2018**. Disponível em: <file:///C:/Windows/system32/config/systemprofile/Downloads/BoletimZGraosZoutubroZ2018.pdf>. Acesso em: 28/10/2018.

CÓRDOVA, H. A. et al. Utilização do grão de cevada em substituição ao milho em dietas para vacas em lactação. **Archives Veterinary Science**, v.10, n.3, p.9-16, 2005.

COSTA, P. et al. Effect of low- and high-forage diets on meat quality and fatty acid composition of Alentejana and Barrosã beef breeds. **Animal**, v.6, n.7, p.1187-1197, 2012.

DALEY, C. A. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. **Nutrition Journal**, v.9, n.10, p.1-12, 2010.

DEMEYER, D.; DOREAU, M.; Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.58, p.593-607, 1999.

DIAS, A. M. et al. Terminação de novilhos Nelore, castrados e não castrados, em confinamento com dieta alto grão. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.17, n.1, p.45-54, 2016.

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

FITZSIMONS, C. et al. Visceral organ weights, digestion and carcass characteristics of beef bulls differing in residual feed intake offered a high concentrate diet. **Animal**, v.8, n.6, p.949-959, 2014.

FRUET, A. P. B. Whole grains in the finishing of culled ewes in pasture or feedlot: Performance, carcass characteristics and meat quality. **Meat Science**, v.113, p.97-103, 2016.

FUMAGALLI, M. et al. Desempenho produtivo do milho híbrido simples em função de espaçamentos entre fileiras e populações de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.16, n.3, p.426-439, 2017.

GÓMEZ, L. M. et al. Starch in ruminant diets: a review. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v.29, p.77-90, 2016.

GRANDINI, D. 2009. Dietas Contendo Grãos de Milho Inteiro sem Fonte de Volumoso para Bovinos Confinados. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES. **Anais...** Botucatu: FCA-UNESP-FMVZ, p.90-102.

GUTKOSKI, L. C.; EL-DASH, A. A. Efeito do cozimento por extrusão na estabilidade oxidativa de produtos de moagem de aveia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.1, p.119-127, 1999.

HASHIMOTO, J.H. et al. Características de carcaça e da carne de caprinos Boer x Saanen confinados recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.165-173, 2007.

HAUTRIVE, T. P. et al. Avaliação da composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos de cortes cárneos comerciais de avestruz, suíno, bovino e frango. **Alimentos e Nutrição**, v.23, p.327-334, 2012.

INOSTROZA, K.; LARAMA, G.; SEPÚLVEDA, N. G. Polimorfismo g.17924A>G en el gen *fasn* y su relación con la composición de ácidos grasos (MUFA y CLA) en la carne de novillos aberdeen angus. **Revista Científica, FCV-LUZ**, v.23, n.4, p.329-333, 2013.

KATSUKI, P. A. **Avaliação nutricional, desempenho e qualidade da carne de bovinos alimentados com rações sem forragem, com diferentes níveis de substituição do milho inteiro por casca de soja**. 2009. 55f. Tese de Doutorado em Ciência Animal. Universidade Estadual de Londrina, Londrina – PR, 2009.

KRUEGER, W. K. et al. Effects of dietary tannin source on performance, feed efficiency, ruminal fermentation, and carcass and non-carcass traits in steers fed a high-grain diet. **Animal Feed Science and Technology**, v.159, p.1-9, 2010.

KURIHARA, M. et al. Methane production and energy partition of cattle in the tropics. **British Journal of Nutrition**, v.81, p.227-234, 1999.

MANDARINO, R. A. et al. Desempenho produtivo e econômico do confinamento de bovinos zebuínos alimentados com três dietas de alto concentrado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.5, p.1463-1471, 2013.

MARCONDES, M. I. et al. Eficiência alimentar de bovinos puros e mestiços recebendo alto ou baixo nível de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1313-1324, 2011.

MILLEN, D. D. et al., A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionist in Brazil. **Journal of Animal Science**, v.87, p.3427-3439, 2009.

MISSIO, R. L. et al. Características da carcaça e da carne de tourinhos terminados em confinamento, recebendo diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1610-1617, 2010.

NÜRNBERG, K.; WEGNER, J.; ENDER, K. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. **Livestock Production Science**, v.56, p.145-156, 1998.

OLIVEIRA, C. A.; MILLEN, D. D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, v.197, p.64-75, 2014.

OWENS, F. N. et al. Acidosis in cattle: A review. **Journal of Animal Science**, v.76, p.275-286, 1998.

PAES, M. C. D. Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho. **Circular Técnica 75 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Sete Lagoas/MG, 2006. Disponível em:

<[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/fisquitecnolmilho\\_000f gb2k97i02wx5eo0bp3uwfl1aa0n7.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/fisquitecnolmilho_000f gb2k97i02wx5eo0bp3uwfl1aa0n7.pdf)> Acesso em: 15 maio 2016.

PAULINO, P. V. R. et al. Estratégias de adaptação de bovinos de corte às rações com teores elevados de concentrado. In: IV CLANA - IV Congresso Latino-Americano de Nutrição Animal. **Anais...** 2010, p.351-362.

PAULINO, P. V. R. et al. Dietas sem forragem para a terminação de animais ruminantes. **Revista Científica de Produção Animal**, v.15, n.2, p.161-172, 2013.

PEIXOTO, A. M. et al. Tecnologia da produção leiteira. In: **CONGRESSO BRASILEIRO EM GADO LEITEIRO**, 1985, Piracicaba. 1985, p.175.

PEREIRA, I. C. **Estudo meta-analítico da flutuação da ingestão de massa seca no desempenho, comportamento ingestivo e saúde ruminal de bovinos confinados com dietas de alto concentrado**. 2016. 77f. Dissertação de Mestrado em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista – Campus Botucatu, Botucatu, 2016.

PORDOMINGO, A. J. et al. Evaluación de dietas grano entero, sin fibra larga, para engorde de bovinos a corral. **RIA: INTA**, Argentina, v.31, n.1, p.1-22, 2002.

SARTOR NETO, A. et al. Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore confinados recebendo dietas de alto teor de concentrado com diferentes níveis de tanino. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.3, p.1179-1190, 2011.

SILVA, A. H. G. et al. Milheto em substituição ao milho na dieta de novilhos confinados. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.4, p.2077-2094, 2014a.

SILVA, R. M. et al. Perfil de ácidos graxos da carne de novilhos europeus e zebuínos alimentados com milheto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, n.1, p.63-70, 2014b.

SMITH, S. B. et al. Regulation of fat and fatty acid composition in beef cattle. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.22, p.1225-1233, 2009.

VYAS, D. et al. Using organic acids to control subacute ruminal acidosis and fermentation in feedlot cattle fed a high-grain diet. **Journal of Animal Science**, v.93, n.8, p.3950-3958, 2015.

## ANEXO A – CERTIFICADO DE APROVAÇÃO PELA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA



Comissão de Ética no Uso de Animais

da Universidade Federal de Santa Maria

### CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "NÍVEIS DE SUBSTITUIÇÃO DO GRÃO DE MILHO POR GRÃO DE AVEIA BRANCA NA DIETA DE ALTO CONCENTRADO PARA BOVINOS CONFINADOS", protocolada sob o CEUA nº 8876170417, sob a responsabilidade de **Dari Celestino Alves Filho** e equipe; Diego Soares Machado; Lucas Braido Pereira; Adrieli Linhat da Silva; Alexandra Fabielle Pereira Viana; Alisson Andre de Mello Charao; Amanda Farias de Moura; Ana Paula Machado Martini; Anderson Fonseca Binotto; Andrei Retamoso Mayer; Ariel Schreiber; Camille Carljo Domingues; Caroline de Avila Fernandes; Cristiane Guzzatto; Daniele Borchate; Dari Celestino Alves Filho; Gilmar dos Santos Cardoso; Ivan Luiz Brondani; John Lenon Klein; Leonardo Mendes de Oliveira; Leonel da Silva Rodrigues; Mariana Viero Carpes; Mauren Burin da Silva; Patrícia Machado Martini; Rafael do Amaral Bona; Rodrigo Soares Voipatto; Sander Martinho Adams; Vitor Hugo Ramos de Ramos - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Santa Maria (CEUA/UFSM) na reunião de 29/06/2017.

We certify that the proposal "REPLACEMENT LEVELS OF CORN GRAIN BY WHITE OAT GRAIN IN HIGH CONCENTRATE DIET FOR FEEDLOT CATTLE", utilizing 45 Bovines (45 males), protocol number CEUA 8876170417, under the responsibility of **Dari Celestino Alves Filho** and team; Diego Soares Machado; Lucas Braido Pereira; Adrieli Linhat da Silva; Alexandra Fabielle Pereira Viana; Alisson Andre de Mello Charao; Amanda Farias de Moura; Ana Paula Machado Martini; Anderson Fonseca Binotto; Andrei Retamoso Mayer; Ariel Schreiber; Camille Carljo Domingues; Caroline de Avila Fernandes; Cristiane Guzzatto; Daniele Borchate; Dari Celestino Alves Filho; Gilmar dos Santos Cardoso; Ivan Luiz Brondani; John Lenon Klein; Leonardo Mendes de Oliveira; Leonel da Silva Rodrigues; Mariana Viero Carpes; Mauren Burin da Silva; Patrícia Machado Martini; Rafael do Amaral Bona; Rodrigo Soares Voipatto; Sander Martinho Adams; Vitor Hugo Ramos de Ramos - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the Federal University of Santa Maria (CEUA/UFSM) in the meeting of 06/29/2017.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa (Acadêmica)**

Vigência da Proposta: de **06/2017** a **02/2019** Área: **Zootecnia**

Origem: **Não aplicável biotério**

Espécie: **Bovinos**

sexo: **Machos**

Idade: **18 a 24 meses**

N: **45**

Linhagem: **Charolês Nelore**

Peso: **250 a 450 kg**

Resumo: O projeto tem por objetivo avaliar a substituição parcial ou total do grão de milho por grão de aveia branca em dietas de alto grão para bovinos confinados. Serão utilizados 50 animais oriundos do cruzamento entre as raças Charolesas e Nelores, pertencentes ao Laboratório de Bovinocultura de Corte da UFSM. Os mesmos apresentam aproximadamente 260 kg e uma idade média inicial de 18 meses de idade. Os tratamentos consistirão em: 100% Milho; 75% Milho/25% Aveia; 50% Milho/50% Aveia; 25% Milho/75% Aveia e 100% Aveia. Esses valores considerando 85% de participação dos grãos citados acima acrescidos de 15% de núcleo mineral proteico comercial. As dietas serão calculadas de acordo com o NRC (2000), objetivando um ganho de peso estimado de 1,5kg. O trabalho será dividido em dois ensaios experimentais. Sendo o primeiro destinado a coletas referente ao desempenho, comportamento ingestivo e características pós abate.

Local do experimento: Laboratório de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Santa Maria, no período de coleta de dados a campo. Abate: Frigorífico comercial com Inspeção Estadual

Santa Maria, 30 de junho de 2017





*Comissão de Ética no Uso de Animais*

da *Universidade Federal de Santa Maria*

*Daniela B. Rosa Leal*

Profa. Dra. Daniela Bitencourt Rosa Leal  
Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais  
Universidade Federal de Santa Maria

*Denis Broock Rosenberg*

Prof. Dr. Denis Broock Rosenberg  
Vice-Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais  
Universidade Federal de Santa Maria