

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

Lucas Braido Pereira

**TERMINAÇÃO DE BOVINOS ALIMENTADOS COM GRÃO DE
MILHO E/OU AVEIA BRANCA, SEM VOLUMOSO**

Santa Maria, RS, Brasil
2019

Lucas Braido Pereira

**TERMINAÇÃO DE BOVINOS ALIMENTADOS COM GRÃO DE MILHO E/OU
AVEIA BRANCA, 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
2019

Pereira, Lucas
TERMINAÇÃO DE BOVINOS ALIMENTADOS COM GRÃO DE MILHO
E/OU AVEIA BRANCA, SEM VOLUMOSO / Lucas Pereira.- 2019.
88 p.; 30 cm

Orientador: Dari Celestino Alves Filho
Coorientadores: Ivan Luiz Brondani, Álisson Marian
Callegaro
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Zootecnia, RS, 2019

1. Bovinocultura de corte 2. Desempenho animal 3.
Comportamento ingestivo 4. Consumo de nutrientes 5.
Nutrição animal I. Celestino Alves Filho, Dari II. Luiz
Brondani, Ivan III. Marian Callegaro, Álisson IV. 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.

© 2019

Todos os direitos autorais reservados a Lucas Braido Pereira. A reprodução de parte ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: lucasbraido@hotmail.com

Lucas Braido Pereira

**TERMINAÇÃO DE BOVINOS ALIMENTADOS COM GRÃO DE MILHO E/OU
AVEIA BRANCA, 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 28 de fevereiro de 2019:

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

Luiz Ângelo Damian Pizzuti, Dr. (UFSM)

Jonatas Cattelam, Dr. (UFFS)- videoconferência

Patrícia Alessandra Meneguzzi Metz Donicht, Dra. (IFFar – *Campus* Alegrete)

Leandro da Silva Freitas, Dr. (IFFar – *Campus* São Vicente do Sul)

Santa Maria, RS,
2019

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, Luiz Airton Machado Pereira; à minha mãe, Ivani Braido Pereira; e à minha irmã, Aline Braido Pereira, pelo amor e apoio, pela compreensão e oportunidade de chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Meu maior agradecimento vai a Deus, por me proporcionar condições para sempre seguir em frente com muita fé, esperança e conquistas.

Agradeço aos meus pais (Luiz Airton e Ivani), por apoiarem e incentivarem minha trajetória. Obrigado pelo incentivo e pela oportunidade de estudo. Vocês são verdadeiros heróis, guerreiros e exemplos a serem seguidos. Sou muito grato por poder contar com vocês sempre.

À minha irmã (Aline), pelo apoio, incentivo, pelas conversas e união que sempre tivemos. A toda minha família, vó, tios, tias, primos. Saibam em que “todas as famílias são iguais, mas a minha é a mais legal”.

Agradeço também à minha noiva (Odilene), pelo amor, apoio, compreensão e por sempre acreditar em nossos sonhos. Você me inspira sempre, me faz melhor a cada dia, pois é um exemplo de pessoa batalhadora, com objetivos claros e dispostos a alcançá-los. Sei que vamos passar por muitas conquistas ainda juntos. Amo você.

Aos professores Ivan Luiz Brondani e Dari Celestino Alvez Filho. Muito obrigado seria pouco a vocês, em função do quanto evoluí sendo orientado por vocês. Um crescimento além da parte profissional, mas que vou levar para o resto da minha vida. Após dez anos de Laboratório de Bovinocultura de Corte da UFSM, saio cheio de orgulho por fazer parte dessa brilhante equipe. Meu orientador, Prof. Dari, muito obrigado pelas orientações, pelas cobranças pelos incentivos e muito obrigado pelas conversas em que sempre nos questionava sobre algum assunto, algum dado, alguma variável. Saiba que evolui muito com o senhor, você é um exemplo de orientador e de pessoa. Aos demais professores que fizeram parte da minha jornada acadêmica, muito obrigado.

Um agradecimento especial ao meu Colega de LBC, irmão de coração, Diego Soares Machado, com quem conduzi alguns experimentos no laboratório e tivemos a honra de poder compartilhar o experimento de doutorado. Meu irmão, muito obrigado por tudo, você é um exemplo de zootecnista e de pessoa. Muito obrigado pela parceria ao longo desses anos. Tenho certeza que o teu futuro será brilhante, pois és merecedor de todas as coisas boas que a vida pode lhe proporcionar.

À equipe do LBC, demais doutorandos, mestrandos, estagiários, verdadeiros guerreiros que estão sempre dispostos a ajudar e auxiliar em tudo, obrigado pelo acolhimento de todos e saibam que guardo cada um no meu coração. Aprendi muito com todos.

Agradeço também ao Instituto Federal Farroupilha, de onde pude fazer parte como professor substituto nos dois últimos anos do doutorado. Agradeço a oportunidade e confiança depositadas em mim, pois lá pude ministrar diversas disciplinas que oportunizaram um crescimento pessoal e profissional que jamais tinha imaginado.

Agradeço também à CAPES pela concessão da bolsa de estudos, à Empresa Agrobella pela concessão do núcleo utilizado no confinamento e aos demais laboratórios envolvidos na pesquisa.

RESUMO

TERMINAÇÃO DE BOVINOS ALIMENTADOS COM GRÃO DE MILHO E/OU AVEIA BRANCA, SEM VOLUMOSO

AUTOR: Lucas Braido Pereira
ORIENTADOR: Dari Celestino Alves Filho

Identificar a máxima eficiência produtiva de bovinos terminados em confinamento submetidos às dietas em que se substituiu o grão de milho por grão de aveia branca, sem utilização de volumosos. Utilizaram-se 45 novilhos não castrados, cruzados Charolês x Nelore, com idade inicial de $18 \pm 0,22$ meses e peso inicial de $259,4 \pm 31,67$. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. Os bovinos foram aleatoriamente distribuídos em função do nível de substituição do grão de milho por grão de aveia branca, sendo: 0,0; 25,0; 50,0; 75,0 e 100,0%. As dietas foram compostas por 85% de grãos e 15% de núcleo proteico-vitamínico-mineral. A ingestão de alimentos apresentou comportamento quadrático em função da substituição do grão de milho por grão de aveia branca. A baixa ingestão de matéria seca influenciou os consumos de fibra em detergente neutro, proteína bruta e nutriente digestível total. Durante o período de adaptação à dieta experimental, os bovinos apresentaram ganhos de pesos positivos. Ao longo do período experimental, o ganho de peso diário apresentou resposta quadrática à inclusão de aveia branca, com ponto de máxima em 47%. A eficiência biológica, mensurada por diferentes formas teve comportamento quadrático, com máxima eficiência quando foi adicionado de 20 a 40% de aveia branca, em substituição ao milho. O período utilizado para ruminação apresentou comportamento quadrático com a inclusão de substituição de milho por aveia branca, com o ponto de máxima ajustado a uma dieta com 54% de grão de aveia branca. Os pontos de mínima eficiência de ruminação de MS e FDN ajustaram-se em níveis de 52,7 e 48,36% de grão de aveia branca, respectivamente. A terminação de bovinos de corte em dietas sem utilização de volumosos é uma alternativa viável a ser utilizada na terminação de bovinos de corte, sendo que a associação dos grãos apresentaram melhores condições para que os novilhos apresentassem ótimas respostas produtivas. A substituição do grão de milho por grão de aveia branca na proporção de 40 a 60% de substituições foram os intervalos em que os novilhos apresentaram melhor desempenhos produtivos, biológicos e melhor comportamento ingestivo.

Palavras-chave: Desempenho animal. Comportamento ingestivo. Consumo de nutrientes. Eficiência biológica. Nutrição animal.

ABSTRACT

TERMINATION OF BOVINES FEEDLOT WHIT CORN GRAIN AND/OR WHITE OATS WITHOUT ROUGHAGE

AUTHOR: Lucas Braido Pereira
ADVISOR: Dari Celestino Alves Filho

The objective was identify the maximum productive efficiency of feedlot finished steers submitted to diets in which corn grain is replaced by white oat grain without the use of roughage. Forty-five non-castrated, Charolais x Nellore cross steers, with initial age of 18 ± 0.22 months and initial weight of 259.4 ± 31.67 were used. The experimental design was completely randomized. The cattle were randomly distributed according to the level of replacement of corn grain by white oat grain, as follows: 0; 25; 50; 75 and 100%. The diets were composed of 85% grain and 15% mineral-protein-vitamin nucleus. Feeding intake presented quadratic behavior due to the replacement of corn grain by white oat grain. Low dry matter intake in these diets resulted in consumption of neutral detergent fiber, crude protein and total digestible nutrients. Cattle in the period of adaptation to the experimental diet presented an evolution in body weight gain, indicating adequate food management. During the experimental period, average daily gain presented a quadratic response to the inclusion of white oat, with a maximum point of 47%. Biological efficiency, measured by different forms, had a quadratic behavior with maximum efficiency when 20 to 40% of white oat were added, instead of corn. Rumination time presented a quadratic behavior with the inclusion of corn replacement by white oat, with the maximum point adjusted to a diet of 54% white oat grain. Minimum rumination efficiency points of DM and NDF were set at 52.7 and 48.36% of white oat grain, respectively. Finishing feedlot beef cattle in diets without the use of roughage is a viable alternative to be used, and the association of the grains showed better conditions for the steers to present excellent productive responses. The replacement of the corn grain by white oat grain in the proportion of 40 to 60% of substitutions were the intervals in which the steers presented better productive, biological performances and better feeding behavior.

Keywords: Animal nutrition. Animal performance. Biological efficiency. Ingestive behavior. Nutrient intake.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

Figura 1 – Consumo e ganho residual de novilhos confinados sem utilização de volumoso, em substituição do grão de milho por grão de aveia branca 46

ARTIGO 2

Figura 1 – Comportamento ingestivo de novilhos confinados sem utilização de volumoso, em substituição do grão de milho por grão de aveia branca 63

Figura 2 – Eficiência de ruminação da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN) de novilhos confinados sem utilização de volumoso, com substituição do grão de milho por grão de aveia branca 66

Figura 3 – Presença diária dos animais ao comedouro (%), em dieta sem volumosos, com substituição do grão de milho por grão de aveia branca 67

DISCUSSÃO

Figura 1 – Ponto de máxima de inclusão do grão de aveia branco para cada característica produtiva, biológica e comportamental 76

LISTA DE TABELAS

APRESENTAÇÃO

Tabela 1 – Composição bromatológica do grão de milho e grão de aveia branca ... 19

Tabela 2 – Ocorrências de distúrbios metabólicos que bovinos alimentados com alto teor de concentrado apresentam com maiores frequências 21

ARTIGO 1

Tabela 1 – Composição bromatológica dos ingredientes utilizados na dieta experimental 33

Tabela 2 – Participação dos ingredientes e composição bromatológica das dietas experimentais 34

Tabela 3 – Consumo alimentar de novilhos confinados, sem volumoso, submetidos a níveis inclusão de aveia branca em substituição ao grão de milho 38

Tabela 4 – Desempenho de novilhos confinados sem volumoso, com substituição do grão de milho por grão de aveia branca 41

Tabela 5 – Características relacionadas à eficiência alimentar de novilhos confinados sem volumoso, com substituição do grão de milho por grão de aveia branca 44

ARTIGO 2

Tabela 1 – Composição bromatológica dos ingredientes utilizados na dieta experimental 56

Tabela 2 – Participação dos ingredientes e composição bromatológica das dietas experimentais 57

Tabela 3 – Variáveis relacionadas ao consumo de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso 60

Tabela 4 – Atividades inerentes a ruminação de novilhos em confinamento, sem volumoso, submetidos a níveis inclusão de aveia branca em substituição ao grão de milho 65

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	11
1.2	HIPÓTESE	12
1.3	OBJETIVO	13
1.3.1	Objetivo Geral	13
1.3.2	Objetivo Específico	13
1.4	REVISÃO DA LITERATURA	13
1.4.1	Digestão dos ruminantes	13
1.4.2	Dietas sem volumosos na terminação de bovinos	15
1.4.3	Utilização de grãos em dietas sem volumoso	16
1.4.4	Aspectos nutricionais sobre o grão inteiro de milho e grão aveia branca	18
1.4.5	Adaptação <i>versus</i> ambiente ruminal	20
1.4.5.1	Adaptação à dieta com alta inclusão de concentrado	22
1.4.5.2	Aditivos alimentares para dietas sem volumosos	23
1.4.6	Desempenho produtivo de bovinos em dietas sem volumoso	24
1.4.7	Características comportamentais de bovinos submetidos à dieta com alta inclusão de concentrado	27
2	ARTIGO 1 – TERMINAÇÃO DE NOVILHOS DE CORTE EM CONFINAMENTO SEM VOLUMOSO COM SUBSTITUIÇÃO DO GRÃO DE MILHO POR AVEIA BRANCA	29
3	ARTIGO 2 – COMPORTAMENTO INGESTIVO DE NOVILHOS CONFINADOS, SEM VOLUMOSOS, COM SUBSTITUIÇÃO DO GRÃO DE MILHO POR GRÃO DE AVEIA BRANCA	52
4	DISCUSSÃO	73
5	CONCLUSÃO	78
	REFERÊNCIAS	79
	ANEXO A – CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS	86
	ANEXO B – DEFINIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS AVALIADAS AO LONGO DO PERÍODO EXPERIMENTAL DE NOVILHOS TERMINADOS EM CONFINAMENTO, ALIMENTADOS COM GRÃO DE MILHO E OU GRÃO DE AVEIA BRANCA	88

1 APRESENTAÇÃO

O sistema de produção de bovinos de corte a pasto está passando por desafios, pois, nos últimos anos, a produção destes animais deslocou-se para áreas marginais, as quais não são propícias à agricultura. Segundo a ABIEC (2016) as áreas destinadas à pastagem no Brasil vêm diminuindo numa proporção de 2,5% (aproximadamente 4,3 milhões de hectares) a cada cinco anos. No estado do Rio Grande do Sul essa mudança também é perceptível, pois segundo Oliveira et al. (2017) entre 1975 e 2005 houve redução de 26% nas pastagens naturais do Bioma Pampa e crescimento de áreas destinadas a culturas anuais e silvicultura. Entretanto a população bovina nacional vem crescendo nas últimas décadas, reflexo do uso de tecnologias que promove maior produtividade por área. Neste contexto, o uso da terminação de bovinos em confinamento vem auxiliando para incrementar a produtividade.

Concomitantemente ao aumento do número de bovinos confinados, o país é grande produtor de grãos, com potencial de utilizá-los na alimentação animal. Para Jesus et al. (2014) o uso de grãos e subprodutos aumenta consideravelmente, pois esses são os ingredientes mais utilizados nas dietas de animais confinados para otimizar a eficiência do sistema de produção. Arelado a isso, observa-se o uso de dietas sem participação de alimento volumoso, tecnologia que Silva (2009) descreve como premissa a redução dos custos operacionais durante a produção e o fornecimento do alimento aos animais, com impacto direto na redução da mão-de-obra e tempo de terminação dos bovinos. Em contrapartida, Dias et al. (2016) citam que a eficiência do sistema de terminação de bovinos sem utilização de volumoso dependerá do preço de aquisição da matéria prima utilizada nas dietas e do preço pago pelo produto final (boi gordo). Nesse propósito, a utilização de produtos que atendam as exigências nutricionais dos animais, com preços competitivos torna-se um dos principais desafios no sistema de terminação de bovinos de corte somente com grãos.

Tradicionalmente este sistema de terminação foi desenvolvido com dieta à base de milho (85%) e núcleo mineral-proteico-vitamínico (15%) (PAULINO et al., 2014). Devido ao confinamento sem volumoso iniciarem nos Estados Unidos, e a escolha pelo milho como principal ingrediente se deu pela alta disponibilidade desse cereal e por seu valor nutricional. No Brasil, embora seja o terceiro maior produtor mundial (USDA, 2018), o grão de milho possui alta demanda na alimentação de não ruminantes e humanos, além do seu preço ser regulado pelo mercado internacional, limitando a utilização nas dietas de ruminantes por disponibilidade e/ou custos de aquisição.

Diante ao exposto, técnicos e produtores devem buscar alimentos alternativos que possam substituir o grão de milho sem comprometer o desempenho animal e ao mesmo tempo tornem o sistema economicamente viável. Especificamente, na região subtropical do Brasil, Córdova et al. (2005) relatam que existem perspectivas favoráveis à produção de cereais de inverno que podem ser utilizados como alimentos alternativos na alimentação animal. Entre esses cereais está a aveia branca (*Avena sativa* L.) com crescimento estimado para produtividade de 56,4% na safra de 2018 para a de 2019 (CONAB, 2018) e destaca-se por apresentar equilibrada composição bromatológica, com teores de fibra em detergente neutro de 27,70%, proteína bruta (14,60%) e nutrientes digestíveis totais de 78,61%, com base na matéria seca (VALADARES-FILHO, 2016).

Na perspectiva atual do manejo nutricional dos confinamentos sem inclusão de fonte de volumoso, alimentos alternativos necessitam ser estudados e compreendidos, pois há carência de informações em literaturas científicas e no meio rural. Adicionalmente, dados da literatura reportam a possibilidade de sinergismo quando utiliza diferentes fontes de cereais na dieta de bovino, com resposta positiva sobre o desempenho animal, em virtude de sincronização na degradação de carboidratos e proteínas no ambiente ruminal (CALLEGARO, 2014; LARRAÍN et al., 2009). Outro fator relevante no confinamento sem fornecimento de volumoso é o estudo do comportamento animal, que além de estar relacionado ao desempenho pode ser indicador de desconforto em animais não adaptados ao manejo alimentar.

Com isso, objetivou-se avaliar níveis de substituição do grão de milho pelo grão de aveia branca, em dieta sem inclusão de volumoso, em bovinos terminados em confinamento.

1.2 HIPÓTESE

A substituição do grão de milho por grão de aveia branca altera o desempenho produtivo e as características comportamentais de bovinos confinados sem utilização de volumoso.

1.3 OBJETIVO

1.3.1 Objetivo Geral

Identificar a máxima eficiência produtiva de bovinos terminados em confinamento submetidos às dietas em que se substitui o grão de milho por grão de aveia branca, sem utilização de volumosos.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar a proporção ideal de substituição do grão de milho pelo grão de aveia branca, visando à otimização da eficiência produtiva.
- Quantificar o desempenho dos novilhos de corte submetidos a dietas à base de grãos, sem adição de volumoso.
- Avaliar os parâmetros de comportamento ingestivo dos novilhos de corte submetidos a diferentes dietas.

1.4 REVISÃO DA LITERATURA

1.4.1 Digestão dos ruminantes

O estômago dos ruminantes é plurilocular, pois é composto por quatro compartimentos (rúmen, retículo, omaso e abomaso), sendo o rúmen, o retículo e o omaso considerados pré-estômagos e o abomaso, o estômago verdadeiro. O rúmen é considerado um ecossistema microbiano diverso, seu meio é anaeróbico, com temperatura em torno de 39 a 42°C, pH que varia, normalmente, entre 6,0 a 7,0, e nele habitam três tipos de microrganismos ativos: bactérias, protozoários e fungos, responsáveis pela fermentação ruminal (KOZLOSKI, 2017).

Por conta disso, segundo Van Soest (1994), o metabolismo energético em ruminantes é complexo. Em animais que consomem dietas fibrosas, o substrato fermentado é celulose, responsável por 65 a 70% de ácidos graxos acéticos, 15-25% de propiônico e 5-10% butírico. Porém, quando o amido é o principal componente da dieta, a fermentação ruminal produz maiores concentrações de ácido propiônico (50-60%), seguido de acético (35-45%) e, em menor proporção butírico (5%-10%) (HUNTINGTON, 1997).

Os carboidratos solúveis ingeridos (amido) são facilmente fermentados pelos microrganismos no rúmen, assim como determinada parte dos carboidratos complexos da parede celular das plantas (hemicelulose e celulose). Os produtos finais da fermentação dos carboidratos são os ácidos graxos voláteis (AGVs), acético, propiônico e butírico. Dietas com maior proporção de carboidratos não estruturais promovem maior fermentação ruminal, fato explicado pela maior concentração de propionato e maior síntese de AGVs (BERCHIELLI; PIRES; OLIVEIRA, 2011).

Godoi (2017) avaliou a digestão ruminal e intestinal do amido em bovinos alimentados com milho em diferentes granulometrias e verificou que o milho grão aumenta a concentração de propionato, com a redução do acetato. Segundo Shaver (2005), a estrutura física dos grãos influencia a taxa de digestão no ambiente ruminal. Em dietas com baixa participação de volumoso, a utilização de grãos inteiros apresentam menor taxa de passagem e, conseqüentemente, menor oscilação de pH ruminal. Hristov et al. (2001) forneceram dietas com diferentes proporções de grãos de cevada para novilhos e observaram que a concentração de AGVs totais, assim como de propionato, foram superiores em animais alimentados com alto teor de concentrado (maior que 75% de concentrado na dieta total).

Em revisão sobre a utilização de amido em dietas de ruminantes, Gómez, Posada e Oliveira (2016) compilaram resultados da literatura e encontraram participações de amido e degradabilidade ruminal, respectivamente de 76% e 72 – 89,9% para o grão de milho e 58,1% e 92,7 – 94% para o grão de aveia. Com relação ao tipo de amido, os autores citam valores para o milho de 29,24% de amilose e 70,76% de amilopectina. Estudos avaliando as características funcionais e nutracêuticas dos alimentos, na nutrição humana, concluíram que o grão de aveia apresenta altas concentrações de amido, sendo que 16 a 72% são constituído de amilose e 74 a 81% de amilopectina. Reconhecer esses valores é importante, uma vez que Gonçalves et al. (2010) salientam que a digestibilidade do amido é inversamente proporcional ao teor de amilose, ou seja, fontes de amido com maior teor de amilopectina podem apresentar maior digestibilidade.

Grande parte dos AGVs produzidos durante a fermentação ruminal são absorvidos na porção do rúmen-retículo dos bovinos. No entanto, o propionato é menos metabolizado pelo epitélio ruminal, cerca de 3 a 15%, sendo oxidados a CO₂, lactato e alanina, e o restante (mais de 80% do que é produzido) chega ao fígado. Cerca de 95% do fluxo líquido de propionato na veia porta hepática são convertidos em glicose no fígado. Já o acetato é pouco metabolizado

tanto pelo epitélio ruminal quanto pelo fígado. Isso explica o fato de cerca de 90 a 98% dos AGVs encontrados na circulação arterial e venosa (BERCHIELLI et al., 2011).

À medida que aumenta a concentração de propionato no ambiente ruminal, ocorre a diminuição da relação de acetato:propionato, o que implicar menor deposição de gordura subcutânea em função da menor concentração de acetato, uma vez em que ela não passa no fígado e está disponível para ser metabolizada. Porém, há uma tendência de aumentar a deposição de tecido adiposo intramuscular, em função da maior concentração de propionato, visto que ocorre menor perda de energia na forma de gás carbônico e metano (PAULO; RIGO, 2012).

1.4.2 Dietas sem volumosos na terminação de bovinos

Bovinos são animais ruminantes, os quais necessitam da participação mínima de fibras a fim de não comprometer a microbiota ruminal, segundo sistema nutricional Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) estabelece como exigência mínima de fibra detergente neutro (FDN) para bovinos e ovinos valores entre 20 e 24,% de FDN, abaixo dos quais a fermentação e a síntese de proteína microbiana estariam comprometidas (FOX et al, 2004; CANNAS et al., 2004). Porém, com o avanço das tecnologias, pressão por melhorar a produtividade e disputa por área com outras atividades, o sistema de produção dos animais passa por mudanças, com o intuito de melhorar a eficiência produtiva.

Nessa disputa por área, iniciaram-se na década de 70, nos Estados Unidos, estudos de uso do confinamento para bovinos sem adição de volumosos na dieta (KLOPFENSTEIN et al. 2008). Na década de 90, essa tecnologia foi introduzida na América do Sul, mais precisamente na Argentina, a qual fez o uso na fase de recria de bezerros pós desmama, visto que os preços dos insumos eram atrativos. No Brasil essa tecnologia foi introduzida em 2005 por uma empresa em que desenvolveu o ingrediente que deve estar presente nas dietas de alto concentrado, a fim de evitar distúrbios metabólicos em bovinos (PAULINO et al. ,2014). No entanto, as primeiras publicações científicas referentes a esse sistema de terminação, utilizado aqui no Brasil, iniciaram-se por GRANDINI et al. (2009).

Segundo Silva (2009), dietas com alto concentrado foram aceitas por partes dos nutricionistas brasileiros, pois dispensam a necessidade do manejo do uso de volumoso, sendo interessante pelo potencial energético disponível nos grãos dos cereais. Contudo, juntamente com essas vantagens, há vários riscos e desafios. Por essa dieta apresentar baixo teor de fibra,

torna-se de alto risco, pois os animais tornam-se susceptíveis as desordens metabólicas, especialmente, quando há manejo nutricional inadequado.

A terminação de bovinos em sistemas intensivos, sem utilização de volumoso ainda traz como vantagem que dispensam áreas destinadas ao plantio de volumosos que posteriormente seriam utilizados no confinamento, além de reduzir os custos dos insumos, tratos culturais, maquinários, mão de obra, transporte e estocagem do alimento volumoso (PAULINO et al. 2014; CARVALHO et al. 2015). Além disso, a maior participação de alimentos concentrados proporciona aos bovinos, melhor desempenho animal, melhora na eficiência alimentar, além de produzir carcaças com maior rendimento e melhor deposição de gordura (COSTA et al. 2005).

1.4.3 Utilização de grãos em dietas sem volumoso

A utilização de dietas com altas proporções de ingredientes concentrados tem aumentado a cada ano nos confinamentos para a terminação de bovinos de corte. Oliveira e Millen (2014) relataram que, nos confinamentos brasileiros, o nível de inclusão de ingredientes concentrados nas dietas é, em média, de 79%, sendo 7,8% maior se comparado ao levantamento anterior realizado por MILLEN et al. (2009). Esse fato é explicado em função da necessidade de intensificação do sistema de produção brasileiro, no qual houve um aumento no interesse entre os pesquisadores em relação à influência da nutrição sobre o desempenho, inclusive no emprego de dietas com alto teor de concentrado em confinamentos comerciais.

A incorporação de confinamentos sem utilização de volumoso está sendo utilizada em função da praticidade dessa tecnologia. A utilização de apenas alimentos concentrados (grãos acrescidos de núcleos) tornou flexível a utilização do confinamento pelos produtores rurais. Isso ocorreu devido a infraestrutura necessária estar centrada, basicamente, na aquisição de comedouros e bebedouros, não existindo a necessidade de altos investimentos em maquinários, além de otimizar as áreas que, anteriormente, eram destinadas para a confecção da fração volumosa. Outro fator considerável na utilização dessa técnica é a menor demanda de mão de obra, uma vez que a dieta possui maior teor de matéria seca e maior densidade energética por quilograma, dessa forma, reduz o volume da dieta, na qual facilita o fornecimento diário dos animais. Contudo, o planejamento do confinamento deve ser orientado em função da viabilidade econômica e produtiva. Nesse sentido, os gestores devem estar atentos à qualidade e disponibilidade da matéria prima a ser utilizada no confinamento,

assim como identificar quais são os potenciais alimentos em que vão contribuir para a produtividade animal a um preço favorável.

O cereal mais utilizado em confinamento é o grão de milho, pois o Brasil está entre os maiores produtores desse cereal. O estado do Rio Grande do Sul está entre os maiores produtores nacional de milho safra, sendo que a sua colheita na safra 2017/2018 registrou excelentes níveis de produtividades, fruto da tecnologia empregada no cultivo e do clima favorável. A média alcançada atingiu 5.399,8 mil toneladas e representa o acréscimo de 11,8% em relação à safra passada (CONAB, 2018). A crescente demanda do grão de milho na alimentação de não ruminantes faz com que diminua a oferta desse produto e eleva os preços, o que prejudica sua utilização em dietas de ruminantes. Nesse sentido, ressalta que o estado do RS é o maior produtor nacional de grão de aveia, com a produção de 458,9 mil toneladas (safra 2018), com crescimento de 56,4% em relação à safra do ano anterior. Assim, com o incremento na produtividade do grão de aveia, torna-se possível utilizá-la na dieta de bovinos com preços competitivos.

A utilização de novas fontes de cereais tem sido estudado para viabilizar a terminação dos bovinos, sem utilização de volumoso. Katsuki (2009) avaliou o efeito da substituição do milho grão por casca de soja peletizada (0, 15, 30, 45%) em dietas sem volumoso e observou que o consumo de matéria seca apresentou comportamento quadrático, à medida que aumentou a inclusão de casca de soja em substituição do milho, porém, a redução do consumo não foi suficiente para alterar o desempenho dos animais (1,224 kg/dia).

Pesquisas realizadas por Geron et al. (2010), avaliando a inclusão de caroço de algodão (0, 10, 20, 30% na MS) em rações com 85% de concentrado (casca de soja e farelo de soja) e 15% de volumoso na terminação de tourinhos em confinamento em relação ao consumo de matéria seca, constataram que a inclusão de até 30% de caroço de algodão não afeta o consumo de matéria seca, sendo uma alternativa viável para a substituição. Já Borges et al. (2011) avaliaram os níveis de substituição de milho grão por aveia preta (0, 15 e 30% base natural) e observaram que os níveis de substituições não apresentaram diferença em relação a consumo de matéria seca, conversão alimentar, peso e rendimento de carcaça. O aumento da participação de aveia na dieta implicou menor custo com a dieta e incremento na margem bruta do sistema.

Com o mesmo intuito, Callegaro (2014) avaliou o desempenho de bovinos de corte em dietas de alto grão, utilizando aveia branca e/ou casca de soja, e constatou que a mistura dos ingredientes proporcionaram, aos animais, maior ganho de peso quando comparados aos

que receberam casca de soja (1,300 vs. 0,972 kg/dia), porém, ambos foram semelhantes ao grão de aveia branca (1,203 kg/dia). Argenta (2015), avaliando a utilização de milho, aveia ou arroz em dietas de alto grão, na terminação de bovinos de corte, constatou que os animais que estavam consumindo milho grão apresentaram superioridade no ganho de peso quando comparados com aveia branca ou arroz, apresentando valores de 1,30; 1,07 e 0,71 kg/dia, respectivamente.

1.4.4 Aspectos nutricionais sobre o grão inteiro de milho e grão aveia branca

Para realizar o processo digestivo nos ruminantes, há a necessidade de colonização por microrganismos, uma vez que esses são essenciais para o processo de fermentação e digestão dos alimentos. Essa colonização dos microrganismos forma a microbiota dos pré-estômagos. Segundo Koslovick (2017), o processo de aderência e colonização bacteriana é afetado por fatores relacionados às bactérias, ao substrato e ao ambiente ruminal. A degradabilidade do alimento está diretamente relacionada ao grau de aderência bacteriana nas partículas de alimentos, sendo ambos afetado pelo pH do fluido ruminal.

Segundo Berchielli, Pires e Oliveira (2011), a suscetibilidade dos diferentes carboidratos e compostos nitrogenados à degradação bacteriana é amplamente variável, dependendo das suas características físico-químicas ou dos fatores que limitam o acesso das enzimas bacterianas ao substrato. Amido, pectina e proteínas presentes no conteúdo celular das plantas têm ampla solubilidade e são rapidamente degradados no rúmen. A degradabilidade do amido varia entre fonte e tipo de amido. Os amidos presentes em grãos de cereais de inverno (aveia) são mais degradáveis que o amido do grão de milho.

Quando compara-se a composição bromatológica do grão de milho (*Zea mays*) e grão de aveia branca (*Avena sativa*), observa-se que os grãos possuem semelhança em alguns aspectos nutricionais (Tabela 2). Destaca-se que o grão de milho apresenta valores superiores de nutrientes digestíveis totais, de carboidratos totais e carboidratos não fibrosos. Observa-se que o grão de aveia branca apresenta valores superiores de proteína, fibra em detergente neutro, lignina e maiores participações de carboidratos com menores digestibilidade (fração B2) e indigestível (fração C).

Esse desdobramento dos carboidratos permite o melhor entendimento sobre a taxa de degradação da fibra. Em dietas com baixos teores de fibra em detergente neutro, a utilização de carboidratos que possuem menor taxa de passagem no ambiente ruminal é, de fato,

interessante, pois está associada à taxa de digestão. Segundo Pereira et al. (2010), a disponibilidade de alimentos com elevados teores de FDN, possuem maior proporção de fração B2 de carboidratos, que tem como características fornecimento mais lento de energia para o ambiente ruminal.

Tabela 1 – Composição bromatológica do grão de milho e grão de aveia branca

Teores (% da MS)	Grão de Milho	Grão de Aveia Branca
Matéria Seca	89,56	90,62
Matéria Orgânica	98,60	95,66
Cinzas	1,40	4,34
Proteína Bruta	9,34	12,25
Extrato Etéreo	3,83	4,48
Fibra Detergente Neutro	13,84	31,77
Lignina	1,04	3,91
Sílica	0,19	0,47
Nutrientes Digestíveis Totais	86,88	75,28
Celulose	2,42	-
Amido	73,11	57,00
Carboidratos Totais	85,43	78,93
Carboidratos Não Fibrosos (Fração A+B1)	72,60	48,52
Fração B2	24,9	42,08
Fração C	2,5	9,4

Fonte: Valadares Filho, Paulino e Magalhães (2006).

As frações dos carboidratos, segundo Sniffen (1992), são: A (açúcares solúveis); B₁ (amido e pectina); B₂ (celulose e hemicelulose) e C (fração indigerível ao longo do trato gastrointestinal). Os autores classificam as frações proteicas em: A (nitrogênio não proteico); as frações B representam a proteína de alta digestibilidade em nível de rúmen, sendo divididas em B₁ (rapidamente solúvel no rúmen), B₂ (taxa de degradação intermediária) e B₃ (proteína associada à parede celular, portanto, de lenta degradação); e fração C (proteínas insolúveis em detergente ácido, portanto, indigeríveis no rúmen e intestinos). O sistema nutricional CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System) traz como taxas de degradação para os grãos inteiros de milho e aveia branca os seguintes valores: carboidratos no milho, A: 200%/h; B₁: 10%/h; B₂: 4%/h e de proteínas para o milho: B₁: 135%/h; B₂: 6%/h e B₃: 0,1%/h. Já as taxas de degradação dos carboidratos presentes na aveia são A: 300%/h; B₁: 35%/h e B₂: 5%/h, e das proteínas são B₁: 325%/h; B₂: 12%/h e B₃: 0,35%/h.

Segundo Macallister e Cheng (1996), o grão de aveia branca apresenta características diferentes do grão de milho, pois além do pericarpo que envolve o gérmen e o endosperma,

possui uma camada envoltória fibrosa, cujas estruturas são extremamente resistentes à digestão microbacteriana. Os grãos de cereais inteiros são digestíveis no rúmen, porém, a utilização dos grãos inteiros vai depender da habilidade do ruminante em mastigar os grãos durante a alimentação e, especialmente, durante a ruminação (MORGAN; CAMPLING, 1978). Bovinos jovens digerem melhor grãos inteiros, graças à maior eficiência da mastigação, sobretudo em relação a vacas de descarte, que podem apresentar problemas de dentição, como desgaste e perda de dentes (MATHISON, 1996). A mastigação durante a alimentação reduz o tamanho das partículas, disponibiliza nutrientes solúveis para a fermentação, expõe as porções internas do alimento para a colonização microbiana e hidrata o alimento durante a salivagem, facilitando a digestão.

1.4.5 Adaptação *versus* ambiente ruminal

Um grande desafio para a máxima eficiência produtiva em dietas sem volumosos está correlacionado à adaptação dos animais a esse tipo de dieta. Logo, há uma constante busca por tecnologias de insumos e manejos com o propósito de melhor adaptação, redução dos riscos metabólicos e máxima eficiência alimentar.

Os bovinos submetidos a níveis elevados de grão na dieta apresentam alterações no comportamento ingestivo (MISSIO et al., 2009) e, com isso, torna-se necessária a adoção de critérios rigorosos na formulação e no manejo alimentar da dieta. Segundo Penner, Beauchemin e Mutsvangwa (2006), a adaptação adequada dos animais é imprescindível para minimizar o risco com acidose metabólica, que pode ocasionar lesões no epitélio ruminal, diminuindo sua motilidade e capacidade absorptiva (DILorenzo et al., 2008), bem como distúrbios associados, por exemplo, os abscessos hepáticos (NAGAJARA; TIGEMEYER, 2007) e a laminite (NOCEK, 1997).

Esses problemas são ocasionados pelo baixo teor de fibra na dieta total, concentração elevada de carboidratos não estruturais, que são fermentados rapidamente (OWENS; GOETSCH, 1988). Isso incrementa a disponibilidade de glicose livre, estimulando o crescimento de diversas bactérias, aumentando a produção de Ácidos Graxos de Cadeia Curta (AGCC) e reduzindo o pH ruminal, o que reflete em menos mobilidade ruminal, proporcionando acúmulo e produção de gases, ocasionando problemas à saúde do animal (Ibid.).

Segundo Baptista e Moreira (1999), problemas metabólicos (acidose ruminal, ruminites, abscessos hepáticos e outras enfermidades) têm sido estudados nos países de pecuária bovina de corte desenvolvida (Estados Unidos, Austrália, Canadá, entre outros). Além de causar enormes perdas econômicas –quer seja pelo gasto no tratamento veterinário, na redução da evolução de peso e qualidade de carcaça–, esses distúrbios afetam negativamente a conversão alimentar, ocasionando maior período de confinamento para que o objetivo seja alcançado.

Os principais distúrbios metabólicos de animais em confinamento associado ao manejo alimentar estão descritos na Tabela 1.

Tabela 2 – Ocorrências de distúrbios metabólicos que bovinos alimentados com alto teor de concentrado

Distúrbios	Causas	Pesquisadores
Abcesso Hepático	Provenientes de quadros prévios de ruminites. Desencadeada por acidose.	Lechtenberg, Smith e Stokka (1998).
Ruminites	Processos fermentativos inadequados no interior do rúmen. Pode ser gerado por quadros graves de acidose láctica ruminal aguda e ou acidose por ácidos graxos voláteis.	Nagaraja e Chengappa (1998) Radostits et al. (2007)
Acidose láctica ruminal	Ingestão exagerada de alimentos hiperglucídicos, como grão – fermentação exagerada, concentração de Ác. láctico, queda brusca de pH ruminal (inferior a 5,0).	Radostits et al. (2007)
Acidose por ácidos graxos voláteis	Apresenta pH ruminal entre 5,0 a 5,5. Normalmente, no rúmen, são produzidos 70% de Ác. acético, 20% Ác. propiônico e 8% de Ác. butírico. Na acidose por Ác. Graxos Voláteis, as proporções de ácidos se invertem, com predomínio de ácido propiônico, predispondo quadros de ruminites.	Krause e Oetzel (2006) Radostits et al. (2007)

Estudos realizados por Vechiato et al. (2011) constataram que bovinos terminados em confinamentos brasileiros apresentaram maior frequência de abscessos do que os mantidos em pastagens (2,54% e 1,28%, respectivamente). Segundo Smith (1998), a incidência média de abscesso hepático em bovinos produzidos em confinamentos americanos varia de 12 a 13%. Tal constatação é explicada em relação ao período em que os animais ficam nesse sistema. No Brasil, os animais permanecem por um menor período em confinamento quando comparados com bovinos em sistema de terminação americana.

1.4.5.1 Adaptação à dieta com alta inclusão de concentrado

O desempenho dos animais é dependente de alguns fatores, tais como adaptação, meio, genética e heterose. Logo, o bovino necessita estar em sincronia com esses fatores para apresentar o máximo desempenho produtivo. Nesse sentido, estudos realizados por Van Soest (1994) relatam em que ruminantes devem passar por adaptação quando submetidos a novos manejos alimentares, com o intuito de diminuir as perturbações da fermentação ruminal e diminuir os riscos de desordens metabólicas. Mudança dramática na dieta dos animais repercute na alteração da população e fermentação ruminal, principalmente quando ocorre a inclusão de carboidratos prontamente fermentáveis.

O manejo alimentar deve ser planejado para garantir adaptação dos animais a dietas com baixo teor de fibras e altas densidades energéticas. Os protocolos mais efetivos relacionados à adaptação a dieta sem volumoso é o fornecimento de concentrado em escala, no qual há uma redução no nível de volumoso e incremento de concentrado até atingir o nível pré-estabelecido para a terminação dos bovinos (BROWN; PONCE; PULINKANTI, 2006). Nesse sentido, dietas com baixa participação de fibra são desafiadoras na adaptação dos animais, porém, pesquisas vêm relatando estratégias para melhorar a adaptação deles e proporcionar condições favoráveis para boa evolução de peso, qualidade de carne favorável, boa conversão alimentar e com lucratividade ao confinador.

A utilização de dietas com altas participações de carboidratos não estruturais pode afetar as características do metabolismo ruminal, tais como o pH e a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2003). Além disso, a baixa participação de fibra reduz o pH ruminal em razão da maior concentração de AGV e ácido lático (OLIVEIRA; SANTANA NETO; VALENÇA, 2013). Esse incremento nas

concentrações dos AGV maximiza a eficiência energética, proporcionando incremento da produtividade animal.

O manejo alimentar utilizado assim como as estratégias de adaptação facilitam o processo de modificações ruminais à dieta com baixo teor de fibra. Outro fator importante a ser observado é a forma de processamento físico dos grãos, sendo preocupante quando se realizam dietas sem volumosos, pois a forma de apresentação do grão está correlacionada com a taxa de fermentação do amido no ambiente ruminal (MATHISON, 1996).

Protocolos de adaptações estão sendo estudados, com o intuito de identificar estratégias alimentares a serem utilizadas em confinamentos com alta densidade energética. O tempo de duração da adaptação (BROWN; PONCE; PULIKANTI, 2006; BEVANS et al., 2005) assim como o fornecimento restrito ou *ad libitum* (CHOAT et al., 2002; VAN CLEEF et al., 2009) são reportados pela literatura, que avalia o reflexo da adaptação da resposta produtiva, comportamental e saúde ruminal durante o período de confinamento. Recentemente, Estevam (2016), avaliando os efeitos dos períodos de 6, 9, 14 e 21 dias de adaptação de bovinos em dietas de alto teor de concentrado em relação a desempenho, comportamento ingestivo, saúde ruminal e características de carcaça, concluiu que o protocolo de adaptação de 14 dias proporcionou maior desempenho produtivo e desenvolvimento do epitélio ruminal.

1.4.5.2 Aditivos alimentares para dietas sem volumosos

Para minimizar os distúrbios metabólicos decorrentes de dietas com baixo teor de fibra, é necessário utilizar o núcleo proteico, vitamínico e mineral que tem papel decisivo no sucesso dessa tecnologia. Além desse conter nutrientes para balancear a dieta com as exigências dos animais, contém aditivos, como tamponantes e ionóforos.

Os tamponantes têm por função não permitir excessiva acidificação do ambiente ruminal (queda de pH), que limitaria o crescimento microbiano e, conseqüentemente, alteraria a fermentação ruminal e o aproveitamento dos nutrientes contidos nos alimentos. Os ionóforos, sendo mais utilizada a monensina sódica, possuem papel fundamental no sucesso dessa tecnologia, pois são capazes de selecionar determinadas cepas de bactérias, podendo acarretar em mudanças no processo de fermentação ruminal.

Os ionóforos utilizados desde 1976 na dieta de ruminantes nos Estados Unidos (NICODEMO, 2001), atuam no controle da acidose ruminal, deprimindo ou inibindo os

microrganismos gram-positivos que são produtores primários de ácido lático (NAGARAJA; CHENGAPPA, 1998), aumentando a formação de ácidos propiônico e diminuindo a produção de metano.

As bactérias gram-negativas são mais resistentes que as bactérias gram-positivas em virtude de sua célula ser constituída por uma parede celular e membrana externa de proteção que impedem a entrada de ionóforos (MOURÃO et al., 2012). Segundo Machado et al. (2011), as bactérias gram-positivas possuem apenas uma camada espessa de peptidoglicanos que, por ser porosa, não impede a ação da monensina.

O ionóforos, por apresentarem essas modificações de produção de ácidos graxos, atuam de forma eficiente no controle de distúrbios ruminais. Por exemplo, a acidose ruminal está associada com o aumento de lactato, porém, as bactérias percussoras do lactato são as bactérias *Lactobacillus* e *Streptococcus*, as quais não são resistentes à utilização de monensina sódica.

Além desses aspectos nutricionais, o manejo alimentar possui papel extremamente importante, principalmente na fase de transição da dieta rica em volumoso para a dieta rica em concentrado, visto que os mecanismos reguladores de consumo são diferentes. Nesse sentido, o período de adaptação das dietas vem sendo estudado por muitos pesquisadores, com o intuito de obter melhor respostas e sucesso no decorrer do sistema de confinamento.

1.4.6 Desempenho produtivo de bovinos em dietas sem volumoso

Com a redução da área destinada à produção de bovinos e a crescente demanda por alimentos, caracteriza-se que o sistema de produção de produtos de origem animal necessita incrementar sua produtividade. A utilização de sistema de engorda intensiva passou a ganhar maior escala e a dependência de alimentos volumosos passou a ser um entrave, visto que as áreas destinadas para a pecuária vêm decrescendo ao longo dos anos. Nesse sentido, a utilização de dietas sem utilização de volumosos permite redução de custos dispendidos para a produção e conservação de volumosos, além de melhorar a eficiência operacional de arraçamento, minimizando os custos relacionados à mão de obra, sendo essa técnica bastante utilizada ultimamente (PAULINO et al., 2014).

Além disso, dietas sem participação de volumosos possibilitam, aos bovinos, um máximo de ganho de peso, proporcionando animais mais precoces no momento de abate, assim como melhor padronização de carcaças. Weise (2016), comparando sistema de

terminação de bovinos com ou sem volumoso, identificou que a terminação de bovinos sem utilização de volumoso pode diminuir a ingestão de matéria seca, incrementar o ganho de peso médio diário e melhorar a conversão alimentar dos bovinos, na proporção de 18,38, 23,00 e 36,22%, respectivamente. Nesse sentido, torna-se uma técnica que permite a maximização da resposta produtiva.

A técnica do confinamento sem inclusão de volumoso, com a utilização de 85% de cereais e 15% de núcleo proteico, vitamínico e mineral, vem sendo utilizado no sistema de terminação brasileiro com desempenhos satisfatórios dos bovinos, apresentando ganhos de peso médio diário entre 1,119 kg/dia (AGUIAR et al., 2015) até ganhos de 1,500 kg/dia (DIAS et al., 2016). Além do ganho de peso, destaca-se a conversão alimentar de animais terminados em sistema de confinamento, tendo valores próximos a 5,31 kg de MS/kg de PV (DIAS et al. 2016) a 6,14 kg de MS/kg de PV (PAULINO et al., 2014).

Após diversos estudos realizados com a utilização de milho grão como componente da dieta, novas tecnologias vêm sendo utilizadas com o propósito de maximizar o desempenho produtivos animais e reduzir os custos destinados à alimentação. Esses estudos iniciaram com Geron et al. (2010), que ofertaram aos animais coprodutos agroindustriais, incluindo caroço de algodão em até 30% no qual identificou que a inclusão do mesmo, não afetou o desempenho produtivo dos animais, tornando-se alternativa viável a utilização.

Moro (2015), avaliando a terminação de machos de origem leiteira em distas sem utilização de concentrados, identificou que animais submetidos a dieta com 85% de grão de milho e 15% de núcleo apresentaram ganhos de peso de 1,580 kg/dia e, quando substituiu-se o grão de milho por grão de sorgo, observou ganhos próximos a 1,35 kg/dia. Argenta (2015), avaliando três matérias-primas (grão de milho, grão de aveia branca e grão de arroz) na terminação de bovinos em confinamento, observou que o ganho de peso oscilou entre 1,300 kg/dia (milho) a 0,710 kg/dia (arroz), sendo que os novilhos alimentados com grão de aveia apresentaram comportamento intermediário com ganhos de 1,07 kg/dia. Assim, a utilização de ingredientes que substituam o grão de milho está sendo desenvolvidas com o intuito de maximizar a resposta produtiva e a econômica. Logo, há limitação de informações com substituições parciais do milho por outro grão, bem como a substituição total do grão de milho com o grão de aveia branca.

Outra preocupação com a terminação de bovinos em dietas sem utilização de volumosos está relacionada com a castração desses animais. Trabalhar com machos não castrados proporciona maior volume muscular, com incremento no peso de abate e na

evolução de peso ao longo do período de confinamento. A maior limitação dessa categoria é decorrente do grau de acabamento da carcaça, porém, como a dieta apresenta alta densidade energética, o grau de acabamento mínimo exigido pelos frigoríficos será atendido com certa facilidade.

Dias et al. (2016) identificaram o reflexo do método de castração de animais terminados com dietas sem volumoso, tendo como base alimentar grão inteiro de milho. Os autores observaram que os machos não castrados apresentam maior ganho de peso que o animal castrado (1,50 a 1,30 kg/dia), melhor conversão alimentar (5,31 a 5,90) e ambos apresentavam espessura de gordura subcutânea superior a 3mm. Além disso, os autores avaliaram a economicidade do sistema e observaram que o macho não castrado retornou R\$ 54,00 reais a mais do que os animais castrados.

A dieta sem volumoso possui suas características relevantes, citadas anteriormente, porém, o confinador deve estar atento para o custo da matéria-prima, visto que os grãos dos cereais sofrem grande influência com a oferta. Desse modo, a gestão de custos torna-se algo primordial no período de planejamento das atividades de confinamento. Outra premissa importante a ser questionada é em relação à categoria animal a ser explorada no sistema de confinamento. Em sistemas em que o custo da alimentação é elevado, prioriza-se por trabalhar com animais com melhores conversões alimentares, nesse sentido, buscam-se animais jovens, que tendem a apresentar melhor ganhos de peso e melhor conversão alimentar

Cardoso et al. (2014) avaliaram o desempenho e a viabilidade econômica na terminação de novilhos e novilhas em sistema de confinamento, sem utilização de volumoso, com grão inteiro de milho e observaram que os machos obtiveram ganhos de peso similar as fêmeas (1,08 a 0,94 kg/animal/dia, respectivamente), porém, as fêmeas apresentaram melhor conversão alimentar que os machos (5,46 a 8,45 kg de MS/ kg GMD). Tal fato é explicado pela diferença de peso e idade dos animais no início do período experimental, sendo que os machos estavam com idade de 30 meses e peso inicial de 411 kg, enquanto as fêmeas, 24 meses, com peso inicial de 274 kg. Todavia, em relação à viabilidade econômica, ambos os tratamentos apresentaram rentabilidade favoráveis.

Segundo Bungenstab (2001), somente a adoção de tecnologia não basta para garantir a lucratividade ao setor da pecuária de corte, especialmente em sistema intensivo de produção. Logo, o gerenciamento e o conhecimento são fundamentais no controle de custos de produção. Quando se optar por trabalhar nesse sistema, uma análise mais ampla referente à cadeia produtiva da bovinocultura de corte deverá ser levada em consideração para reduzir o

risco e incrementar as possibilidades de sucesso. Muito além de apenas custo, o conhecimento sobre fisiologia, anatomia, nutrição, bioquímica é fundamental para o sucesso do sistema.

1.4.7 Comportamento de bovinos submetidos à dieta com alta inclusão de concentrado

Além das características relacionadas ao ganho de peso, desempenho produtivo e econômico, grande preocupação está relacionada ao comportamento ingestivo dos animais, buscando-se a partir desses estudos, adaptar, manipular e interferir em qualquer manejo produtivo no sistema de engorda intensiva. A intensificação dos processos de terminação, com crescentes inclusões de alimentos concentrados, promove alterações relacionadas ao comportamento ingestivo de bovinos.

Entre as alterações observadas em dietas com alta participação de concentrado está relacionada com a ingestão de matéria seca. Segundo Azevedo et al. (2010), bovinos submetidos a dietas contendo 10% de volumoso consumiram 4,80% menos de matéria seca total quando comparados a bovinos que consumiram dietas com proporção de volumoso concentrado de 30:70.

A ingestão de consumo de matéria seca é controlada por fatores físicos, fisiológicos e psicogênicos. O mecanismo físico se refere à distensão física do rúmen-retículo (enchimento ruminal); ao psicogênico, à resposta comportamental do animal diante de fatores inibidores ou estimuladores no alimento; e ao fisiológico, estando relacionado com a densidade energética da dieta (FATURTI et al. 2006). Segundo Forbes e Provenza (2000), os animais regulam o seu consumo diário de maneira que não proporcione um desconforto metabólico ou físico. Entretanto, rações que contêm elevados teores de concentrado e menores níveis de fibra também podem resultar em menor ingestão de massa seca (GONÇALVES et al., 2001) e diminuição linear no tempo de ingestão (BURGER et al., 2000), uma vez que as exigências energéticas dos ruminantes poderão ser atingidas com menores níveis de consumo.

Goularte et al. (2011) avaliaram o comportamento ingestivo de bovinos em confinamento em função do teor de concentrado e observaram comportamento linear decrescente para o tempo destinado à alimentação e aos níveis de inclusão de concentrado, sendo que, para cada quilograma a mais de concentrado, o tempo de alimentação reduziu em 3,62 minutos. Ademais, o tempo de ruminação reduziu em 6,45 minutos a cada quilograma de concentrado a mais na dieta total. Isso incrementou o período de ócio total em 11,25 minutos para cada quilograma adicionado na dieta total. Weise (2016), comparando o sistema de

terminação de bovinos com ou sem volumoso, observou que novilhos com acesso a volumoso consumiram 18,38% a mais da dieta, dispenderam 57,83% a mais para a atividade de ingestão de alimentos e houve incremento no tempo de ruminação.

Tais aspectos relacionados podem estar correlacionados com o teor de fibra insolúvel em detergente neutro na dieta, pois o alto volume ocupado pela fração da parede celular das forragens, associado à baixa digestibilidade e menor densidade energética, apresenta taxa de degradação mais lenta quando comparadas as carboidratos não estruturais (VAN SOEST, 1994). O consumo de fibra é altamente correlacionado com o tempo destinado à ruminação (ALBRIGHT, 1993), enquanto o consumo de alimentos concentrados e fenos finamente triturados ou peletizados está relacionado com reduzido tempo de ruminação (VAN SOEST, 1994). Considerando-se que a inclusão de níveis mais altos de concentrados nas rações promove alterações no comportamento ingestivo (MISSIO et al., 2009), faz-se necessária a adoção de critérios mais rigorosos na formulação e no manejo alimentar dos animais, pois seu uso aumenta o risco de ocorrência de distúrbios metabólicos, os quais podem gerar perdas no desempenho animal e na lucratividade do sistema (PERDIGÃO, 2014).

A necessidade de se intensificar a produção de carne bovina tem propiciado a utilização de dietas com maiores proporções de carboidratos não fibrosos (PAULINO et al., 2010). O uso de dietas com teores elevados de concentrado exige maior atenção dos nutricionistas em relação ao manejo alimentar, pois tais dietas apresentam cinética digestiva distinta da observada em alimentos volumosos. Nesse sentido, o estudo de comportamento ingestivos em sistemas intensivos de terminação de bovinos torna-se necessário visto que o manejo alimentar pode influenciar as atividades relacionadas à ingestão total de matéria seca.

Desse modo, a avaliação do comportamento ingestivo e do tempo de ruminação são avaliações simples que garantem o sucesso da terminação de bovinos em dietas sem volumosos. Weise (2016) avaliou o comportamento ingestivo de novilhos, submetidos ou não à fonte de volumoso, e observou que novilhos sem fonte de volumoso permaneceram a metade do tempo ruminando quando comparados com os animais suplementados com 50% de volumoso na dieta (3,52 e 7,88 horas, respectivamente).

2 ARTIGO 1 – TERMINAÇÃO DE NOVILHOS DE CORTE EM CONFINAMENTO SEM VOLUMOSO COM SUBSTITUIÇÃO DO GRÃO DE MILHO POR AVEIA BRANCA

Resumo: Objetivou-se avaliar a substituição total ou parcial do grão de milho por grão de aveia branca na terminação de bovinos em dieta sem volumoso. Utilizaram-se 45 novilhos não castrados, cruzada Charolês x Nelore, com idade inicial de $18 \pm 0,22$ meses e peso inicial de $259,4 \pm 31,67$. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. Os bovinos foram aleatoriamente distribuídos em função do nível de substituição do grão de milho por grão de aveia branca, sendo: 0,0; 25,0; 50,0; 75,0 e 100,0%. As dietas foram compostas por 85% de grãos e 15% de núcleo proteico-vitamínico-mineral. A ingestão de alimentos apresentou comportamento quadrático em função da substituição do grão de milho por grão de aveia branca. A baixa ingestão de matéria seca, nessas dietas, acarretou em consumos fibra em detergente neutro, proteína bruta e nutrientes digestíveis totais, abaixo dos requerimentos nutricionais para o ganho de peso estimado. Todavia, a ingestão de energia digestível e metabólica está em acordo com o com os requerimentos para o desempenho apresentado. Os bovinos no período de adaptação à dieta experimental apresentaram evolução no ganho de peso corporal, indicando manejo alimentar adequado. Ao longo do período experimental, o ganho de peso diário apresentou resposta quadrática à inclusão de aveia branca, com ponto de máxima em 47%. Destaca-se, ainda, que as dietas contendo milho e a mistura de milho + aveia branca proporcionaram melhor desempenho produtivo, com média para ganho de peso de $1,780 \text{ kg dia}^{-1}$, em relação a novilhos que consumiam 100% de aveia branca na fração energética ($1,447 \text{ kg dia}^{-1}$). O escore de condição corporal teve resposta similar à evolução de peso, também com ajuste quadrático à inclusão de aveia branca na dieta. A eficiência biológica, mensurada por diferentes formas, teve comportamento quadrático, com máxima eficiência quando foi adicionado de 20 a 40% de aveia branca em substituição ao milho. A substituição do grão de milho por aveia branca em níveis próximos a 40% maximiza o desempenho animal e a eficiência de transformação dos alimentos em produção animal.

Palavras-chave: Consumo de amido. Ganho de peso diário. Taxa de crescimento relativo.

FINISHING FEEDLOT BEEF CATTLE IN ROUGHAGE WITH REPLACEMENT OF CORN GRAIN BY WHITE OAT

Abstract: The objective of this study was to evaluate the total or partial replacement of corn grain by white oat in finishing of cattle in a diet without forage. Forty-five non-castrated, Charolais x Nellore cross steers, with initial age of 18 ± 0.22 months and initial weight of 259.4 ± 31.67 were used. The experimental design was completely randomized. The cattle were randomly distributed according to the level of replacement of corn grain by white oat grain, as follows: 0.0; 25.0; 50.0; 75.0 and 100.0%. The diets were composed of 85% grain and 15% mineral-protein-vitamin nucleus. Feeding intake presented quadratic behavior due to the replacement of corn grain by white oat grain. Low dry matter intake in these diets resulted in consumption of neutral detergent fiber, crude protein and total digestible nutrients below the nutritional requirements for estimated body weight gain. However, digestive and metabolizable energy intake is in line with the performance requirements presented. Cattle in the period of adaptation to the experimental diet presented an evolution in body weight gain, indicating adequate food management. During the experimental period, average daily gain presented a quadratic response to the inclusion of white oat, with a maximum point of 47%. Furthermore, diets with corn and the mix corn + white oat presented a better performance, with an average weight gain of $1.780 \text{ kg day}^{-1}$ compared to steers that consumed 100% of white oat in the energetic fraction ($1.447 \text{ kg day}^{-1}$). Body condition score was similar to weight evolution, also with the quadratic adjustment to the inclusion of white oat in the diet. Biological efficiency, measured by different ways, had quadratic behavior with maximum efficiency when added 20 to 40% of white oat instead of corn. The replacement of corn by white oat at levels close to 40% maximizes animal performance and the efficiency of food processing into animal production.

Keywords: Starch consumption. Average daily gain. Relative growth rate.

INTRODUÇÃO

O aumento da demanda por produtos de origem animal é reflexo da crescente urbanização aliado ao crescimento demográfico e, com isso, o setor primário será cada vez mais exigido para garantir a segurança alimentar da população. Nesse contexto, o Brasil se destaca por estar entre os principais produtores e exportadores de *commodities* agropecuárias, tendo ainda potencial de incrementar sua produtividade. Segundo relatórios publicados pela Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2018), destaca-se que há tendência do Brasil ser o grande responsável pelo crescimento de 1,8% de produção mundial de carne, incrementando até 7% a mais nas exportações. Ademais, relata que a expansão na produtividade será decorrente da maximização da produtividade e não pela abertura de novas áreas.

Uma das alternativas para intensificar a produção de carne é a utilização do sistema de confinamento, com inclusão de altos níveis de grãos nas dietas dos bovinos. Segundo a ABIEC (2017), o Brasil abateu 36,9 milhões de cabeças e, desse total, 12,49% advieram de confinamento. Para Paulino et al. (2013), confinamentos sem volumosos destacam-se em relação ao confinamento tradicional pela maior facilidade das operações diárias, visto que há menor diversidade de alimentos, tornando o sistema mais simples de ser executado e exigindo menos mão de obra.

Segundo Dias et al. (2016), a eficiência do sistema de terminação de bovinos sem utilização de volumoso dependerá do preço de aquisição da matéria-prima e do preço pago pelo produto final. Nesse propósito, a utilização de produtos com preços competitivos e que não comprometam a resposta produtiva dos animais torna-se um novo desafio no sistema de terminação de bovinos de corte.

O grão de milho inteiro é o alimento utilizado originalmente nesse tipo de dieta nos confinamentos dos Estados Unidos, onde há grande oferta desse produto, com preços atraentes. No Brasil, o milho possui elevada demanda na alimentação humana e de animais não ruminantes, muitas vezes, inviabilizando economicamente sua participação na dieta de bovinos de corte. Dessa forma, estudar alimentos alternativos para substituir o grão de milho de forma parcial ou total, sem prejudicar o desenvolvimento de bovinos. Entre os alimentos que vem apresentando bons resultados em pesquisas científicas é o grão de aveia branca (BORGES et al., 2011; JONER et al., 2018; CATTELAM et al., 2018), porém, não há informações em relação à substituição gradual do grão de milho por grão de aveia branca

sobre o desempenho produtivo de bovinos de corte. Diante do exposto, objetivou-se, neste trabalho, investigar níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca, em dieta sem inclusão de volmoso, sobre consumo, desempenho e eficiência biológica de bovinos não castrados.

MATERIAL E MÉTODOS

No momento que antecedeu as atividades relacionadas à condução experimental, elaborou-se o projeto, que foi encaminhado para a avaliação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Federal de Santa Maria, sendo aprovado sob o nº. 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 à 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 $270,92 \pm 31,67$ kg.

Após chegarem de alimentação exclusivamente de pastagem natural, antecedendo ao período experimental, os animais foram adaptados às instalações e à 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 da 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 durante a adaptação dos animais foi constituído por silagem de milho e o concentrado, sendo que este apresentava mesma formulação utilizada, posteriormente durante o período experimental. Os animais foram alocados individualmente em baias, pavimentadas e semicobertas, providas de comedouros individuais para o fornecimento de alimentos e bebedouros com água à 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. Todos os tratamentos eram compostos por 85% de grão (milho e/ou aveia) e os outros 15% era de núcleo proteico-vitamínico-mineral. As dietas foram calculadas de acordo com a composição bromatológica dos grãos de milho e de aveia branca e do núcleo proteico-vitamínico-mineral (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição bromatológica dos ingredientes utilizados na dieta experimental

Teores, % na MS	Milho	Aveia Branca	Núcleo proteico ¹	Ureia
Matéria seca	89,09	90,18	86,14	96,87
Cinzas	2,32	2,52	22,04	
Proteína Bruta	9,47	15,16	39,63	281,9
Extrato Etéreo	3,87	3,57	2,00	
Fibra Detergente Neutro	14,98	18,93	35,95	
Fibra detergente Ácido	2,26	8,18	17,59	
Nutrientes digestíveis totais	88,36	85,27	65,31	
Energia Digestível, Mcal/kg MS	3,88	3,75	2,87	
Energia Metabolizável, Mcal/kg MS	3,18	3,07	2,35	
Amido	65,77	56,51	24,20	
Amilose no Amido	27,37	26,86	31,49	
Amilopectina no Amido	72,63	73,14	68,51	
Monensina Sódica, mg/kg	-	-	210,00	

¹Núcleo proteico mineral e vitamínico – Granobel[®] (Agro Bella[®], S. A.). Do total de Proteína Bruta, 15% era Nitrogênio não proteico (NNP).

As dietas foram calculadas conforme o NRC (2000), estimando consumo de matéria seca de 2,2 % do peso corporal (PC) e ganho médio de diário de peso corporal 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.

Diariamente realizaram-se duas alimentações, uma no turno da manhã (8h) e outro à tarde (14h), sendo que os animais tinham acesso *ad libitum* à dieta experimental. Previamente à primeira alimentação, coletavam-se as sobras do dia anterior, as quais foram pré-estabelecidas entre 20 e 50 g/kg do alimento ofertado. O consumo voluntário de matéria seca e dos constituintes bromatológicos da dieta foi obtido pela diferença entre o ofertado e as sobras.

Para a realização das análises bromatológica, coletaram-se semanalmente os ingredientes utilizados para a confecção da dieta, assim como amostras referentes às sobras da alimentação. As amostras foram submetidas à pré-secagem em estufa de ar forçado, com temperatura de 55°C, durante 72 horas; após, realizou-se a moagem em peneiras de crivos de

1 mm, com auxílio de moinho tipo *Willey*. Posteriormente, foram identificadas individualmente e armazenadas para as análises químicas.

Tabela 2 – Participação dos ingredientes e composição bromatológica das dietas experimentais

Ingredientes, % na MS	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
⁽¹⁾ 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, % MS				
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	3,49	3,45	3,39	3,35	3,29
Fibra Detergente Neutro	17,78	18,66	19,48	20,39	21,23
Fibra detergente Ácido	4,04	5,18	6,31	7,44	8,62
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
Nutrientes digestíveis totais	82,83	82,60	81,92	81,88	81,12

⁽¹⁾Núcleo proteico mineral e vitamínico- Granobel[®] (Agro Bella[®], S. A.).

As análises bromatológicas consistiram em determinar o teor de matéria seca (MS) por secagem em estufa a 105°C até atingir peso constante e cinzas por calcinação em mufla a 550°C até peso constante. O teor de matéria orgânica (MO) foi calculada por diferença entre a matéria seca (MS) e cinzas. As determinações de MS, MO, matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) foram realizadas segundo a *Association of Official Agricultural Chemists* (AOAC, 2005). A digestibilidade *in situ* da matéria orgânica (DISMO) foi determinada segundo Mehrez e Ørskov (1977). A estimativa dos teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi obtida pelo produto entre a porcentagem de MO e a DISMO, dividido por 100 (BARBER et al., 1984). A determinação de fibra insolúvel em detergente neutro corrigido para cinzas (FDNc) foi efetuada conforme Van Soest, Robertson, Lewis (1991). A energia digestível (ED) foi calculada conforme NRC (2000), em que 1 kg de NDT equivale 4,4 Mcal de ED e energia metabolizável como sendo 0,82 da ED.

As características relacionadas ao desempenho produtivo foram coletadas em intervalos de 28 dias, duração de cada período experimental. A cada início de período experimental os animais eram conduzidos ao centro de manejo para a realização de pesagens

estratégicas para verificar o desenvolvimento ponderal dos animais. Concomitantemente às pesagens, eram realizadas avaliações referente ao estado de condição corporal, sendo atribuídos valores entre 1 e 5, sendo 1 equivalente ao animal muito magro e 5 ao animal muito gordo (LOWMAN; SCOTT; SOMERVILLE, 1973). O critério de abate foi peso corporal (\cong 420 kg) aliado ao estado de condição corporal (acima de 3,5 pontos).

Após a coleta de dados referentes ao consumo e desempenho produtivo, realizou-se a averiguação da eficiência biológica dos animais. Para tal, calculou-se a conversão alimentar (CA), eficiência alimentar bruta (EAB), relação de Kleiber (RK), eficiência parcial de crescimento (EPC), taxa de crescimento relativo (TCR), além do consumo e ganho residual (CGR). A CA foi calculada pelo quociente entre a média de consumo diário de matéria seca (CMS, kg/dia) e o ganho médio diário de peso (GMD, kg/dia). A EAB foi obtida pelo inverso dessa relação. A relação de Kleiber (RK) foi calculada segundo a equação descrita por Kleiber (1936), apresentada abaixo:

$$RK \text{ (kg ganho/ kg PCM)} = GMD \div PMM \quad (1)$$

em que GMD é o ganho médio diário de peso e PCM é o peso corporal médio metabólico ($\text{kg}^{0,75}$).

A taxa de crescimento relativo (TCR) foi calculada pela equação preconizada por (FITZHUGH; TAYLOR, 1971), conforme a equação:

$$TCR \text{ (%/dia)} = 100 * (\log PCF - \log PCI) \div PF \quad (2)$$

em que PCI é o peso corporal inicial; PCF é o peso corporal final; e PF é o período de confinamento.

Para determinar o consumo e ganho residual (CGR), calculou-se o consumo alimentar residual (equação 1) e o ganho de peso residual (GPR) (equação 1) pela metodologia descrita por Koch et al. (1963), e o CGR foi considerado a subtração do CAR e GPR (equação 2).

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 PV^{0,75} + \varepsilon \text{ (equação 1)} \quad (3)$$

Para calcular o CAR, β_0 é o intercepto, $\beta_1 X$ é o coeficiente de regressão do GMD, β_2 é o coeficiente de regressão do peso metabólico e ε é o resíduo da equação (CAR). Já para o cálculo do GPR, utiliza-se a mesma equação de regressão, porém, X é o coeficiente de regressão do CMS e ε é o resíduo da equação (GPR).

$$CGR = GPR + (-1 * CAR) \text{ (equação 2)} \quad (4)$$

Adotou-se delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e nove repetições, totalizando 45 unidades experimentais. Os dados coletados foram submetidos à investigação de *outliers* por meio do resíduo estudentizado e testado 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:

$$Y_{ijk} = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 X_i^2 + \beta_3 X_i^3 + \alpha_{ijk} + \varepsilon_{ijk} \quad (5)$$

em que: Y_{ijk} = observação das variáveis dependentes; β_0 = constante da equação estimada; β_{123} = coeficientes de regressão estimado linear, quadrático e cúbico; X_i = nível de substituição do grão de milho pelo grão de aveia branca; α_{ijk} = desvios da regressão; ε_{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[®] (*Statistical Analysis System*, versão 3.5, SAS Univesity Edition).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que a substituição do grão de milho por grão de aveia branca, na dieta de novilhos confinados, resultou em comportamento quadrático na ingestão de matéria seca, em valores absolutos e em porcentagem do peso vivo (Tabela 3), com valores oscilando de 6,07 a 7,44 kg MS/dia e de 1,82 a 2,16 % PC, respectivamente, nas duas formas de expressão. O ponto de máxima ingestão de alimentos foi quando se adicionou 60% de grão de aveia branca, em substituição ao grão de milho na fração energética da dieta. Esse incremento no consumo de nutrientes pode estar associado à complementariedade entre as frações de carboidratos e proteínas dos ingredientes, devido a suas diferentes taxas de degradação no ambiente ruminal.

As frações dos carboidratos, segundo Sniffen et al. (1992), são: A (açúcares solúveis); B₁ (amido e pectina); B₂ (celulose e hemicelulose) e C (fração indigerível ao longo do trato gastrointestinal). O sistema nutricional CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System) traz como taxas de degradação para os grãos inteiros de milho e aveia branca os seguintes valores: carboidratos no milho, A: 300%/h; B₁: 35%/h e B₂: 6%/h, e das proteínas são B₁: 135%/h; B₂: 10%/h e B₃: 0,15%/h. Já as taxas de degradação dos carboidratos presentes na aveia são A: 300%/h; B₁: 35%/h; B₂: 5%/h e de proteínas: B₁: 325%/h; B₂: 12%/h e B₃: 0,35%/h.

Observa-se que o consumo de matéria seca observado (1,96% do peso corporal) foi inferior ao predito (2,2 % do peso corporal). A saciedade pode ser um fator fisiológico,

limitado pelo consumo de nutrientes, principalmente em dietas com alto teor de concentrado e elevadas densidades energéticas. Alguns estudos mostram efeito linear positivo dos coeficientes de digestibilidade aparente total da MS com o aumento dos níveis de concentrado da dieta (RUSSEL et al., 1993; AIKMAN; BEEVER; HUMPHRIES, 2006; GRANJA-SALCEDO et al., 2016).

A composição nutricional das dietas foram semelhantes (Tabela 2), no entanto, o perfil nutricional dos grãos (Tabela 1) são similares na fração de carboidratos, assim como na taxa de degradação destes. Porém, diferentes para a composição da proteína, entre os grãos utilizados, assim como a taxa de degradabilidade. Acredita-se que a associação dos grãos pode apresentar complementariedade na taxa de degradação ruminal, principalmente na fração proteica, proporcionando aos novilhos homeostase no ambiente ruminal, maximizando a eficiência de crescimento microbiano. Logo, a combinação de cereais, na alimentação de bovinos em dietas sem volumosos, pode apresentar complementariedade nutricional, agindo de forma positiva para maximizar a ingestão total de matéria seca.

Azevedo et al. (2010) desenvolveram uma equação de predição de consumo, a qual leva em consideração o nível de concentrado utilizado na dieta total, peso metabólico dos animais e ganho de peso médio diário e identificaram que bovinos com peso médio corporal de 350 kg deveriam ingerir 8,34 kg de MS dia⁻¹, equivalente a 2,38 kg MS 100 kg⁻¹ de PC, superior ao presente estudo. Nesse sentido, além da ingestão da matéria seca total, conhecer o consumo dos nutrientes específicos possibilita informações relevantes para a compreensão do desempenho produtivo dos animais.

A redução da ingestão total de matéria seca fez com que os bovinos apresentassem o mesmo comportamento na ingestão dos nutrientes, visto que o consumo de nutrientes possui relação direta com a ingestão total de matéria seca. A ingestão total de alimentos pelos ruminantes está relacionada com as características bromatológicas dos ingredientes ofertados e irão refletir na resposta produtiva dos bovinos, assim como a densidade energética da dieta, conforme relatado anteriormente.

Grande preocupação nas dietas com alta participação de grãos é com a ingestão da fibra em detergente neutro (FDN), a qual apresentou variação de 0,303 a 0,436% do PC. Esses valores são inferiores aos sugeridos por Valadares Filho et al. (2016), que relatam que o consumo desse constituinte deveria estar próximo a valores entre 0,67 a 1,32 % do PC. Essa redução no consumo de fibra é explicada pela composição nutricional dos cereais utilizados na confecção da dieta, associada à baixa ingestão de matéria seca apresentada pelos novilhos.

Nesse sentido, quando os animais estão expostos a dietas sem participação de alimentos volumosos, o consumo de fibra fica prejudicado. No presente estudo, a substituição do grão de milho por grão de aveia proporcionou um adicional de 4,85% a mais no teor de FDN a cada nível estudado (Tabela 2).

Tabela 3 – Consumo alimentar de novilhos confinados, sem volumoso, submetidos a níveis inclusão de aveia branca em substituição ao grão de milho

Ingestão	Níveis de inclusão da aveia branca					CV*	P valor**		
	0%	25%	50%	75%	100%		L	Q	C
¹ MS, (kg/dia)	6,067	6,900	7,107	7,437	6,637	11,76	0,1477	0,0247	0,058
² MS, % PV	1,816	1,949	2,035	2,163	1,854	10,27	0,0787	0,0054	0,0040
³ FDN, % PV	0,303	0,348	0,390	0,436	0,372	10,56	0,0001	0,0001	0,0001
⁴ Amido, % PV	0,909	0,984	0,998	1,038	0,885	10,52	0,6373	0,0223	0,0166
⁵ PB, % PV	0,265	0,317	0,355	0,390	0,341	11,05	0,0001	0,0001	0,0001
⁶ NDT, % PV	1,470	1,601	1,680	1,779	1,577	11,10	0,1476	0,0112	0,0115
⁷ En. Dig., % PV	0,067	0,070	0,074	0,078	0,069	9,48	0,6394	0,0181	0,0167
⁸ En. Met., % PV	0,055	0,058	0,061	0,064	0,057	9,48	0,6383	0,0182	0,0168

*CV= Coeficiente de variação (%); **L- linear; Q- quadrática; C- cúbica;

¹ Ingestão de Matéria seca (MS), kg/dia= $-0,000279 \times \text{NIA}^2 + 0,0339 \times \text{NIA} + 6,217$; $R^2=0,2139$

² Ingestão de Matéria seca (MS), % PV)= $-0,00008567 \times \text{NIA}^2 + 0,01023 \times \text{NIA} + 1,788$; $R^2=0,2641$

³ Ingestão de fibra em detergente neutro (%PV)= $-0,00001933 \times \text{NIA}^2 + 0,00285 \times \text{NIA} + 0,3099$; $R^2=0,5935$

⁴ Ingestão de amido (%PV)= $-0,0000423 \times \text{NIA}^2 + 0,00401 \times \text{NIA} + 0,9269$; $R^2=0,1948$

⁵ Ingestão de proteína bruta (%PV)= $-0,00002156 \times \text{NIA}^2 + 0,00312 \times \text{NIA} + 0,2617$; $R^2=0,6204$

⁶ Ingestão nutrientes digestíveis totais (%PV)= $-0,00006530 \times \text{NIA}^2 + 0,0076 \times \text{NIA} + 1,4969$; $R^2=0,2154$

⁷ Ingestão de energia digestível (%PV)= $-0,000028 \times \text{NIA}^2 + 0,003 \times \text{NIA} + 6,587$; $R^2=0,2152$

⁸ Ingestão de energia metabolizável (%PV)= $-0,000023 \times \text{NIA}^2 + 0,0027 \times \text{NIA} + 5,401$; $R^2=0,2152$

O consumo de FDN apresentou comportamento quadrático pela equação de regressão, com ponto de máxima ingestão em dieta contendo 73% de inclusão de aveia branca. Tal resultado é explicado pela associação de dois fatores, a contribuição bromatológica da aveia branca com maior teor de FDN e a maior ingestão de matéria seca nas misturas da dieta, que carrega os nutrientes para resposta semelhante. Redução na ingestão de fibra em detergente neutro é um fator limitante para a saúde ruminal, visto que a fibra contribui para a homeostase ruminal.

A terminação de novilhos em confinamentos sem utilização de volumoso é possível devido a utilização de núcleos proteico-vitamínicos-minerais específicos, que contêm aditivos com objetivo de manter a homeostase no ambiente ruminal, evitando quedas bruscas no pH ruminal e eventuais incidências de acidoses e laminites (PAULINO et al., 2013). Para minimizar a incidência de distúrbios metabólicos, encontram-se, no núcleo, promotores de crescimento (monensina sódica), que visam à redução das bactérias gram-positivas, sendo

estas produtoras de ácido acético, butírico, fórmicas e hidrogênio, reduzindo, assim, a incidência de acidose (NICODEMO, 2001). No presente estudo, o núcleo utilizado auxiliou positivamente no equilíbrio do ambiente ruminal, visto que os novilhos, visualmente, não apresentaram nenhum distúrbio metabólico, o que lhes proporcionou condições necessárias para alcançar desempenhos produtivos satisfatórios (Tabela 4).

Os grãos de milho e de aveia branca são cereais com elevada participação de amido, sendo este o principal polissacarídeo de reserva desses grãos (GÓMEZ; POSADA; OLIVEIRA, 2016). A degradação de amido pelos ruminantes produz proteína microbiana e ácidos graxos voláteis, sendo estes a principal fonte de energia para os ruminantes (KOZLOSKI, 2017). O amido é classificado em amilose e amilopectina, e os teores desses carboidratos influenciam na digestibilidade do amido. A aveia apresenta um maior teor de amilopectina, sendo esta a fração considerável mais digestível no ambiente ruminal, quando comparada com a amilose (Tabela 1). Porém, observa-se que a adição de grão de aveia branca reduziu, em média, 2,6% o total de amido na dieta (Tabela 2). Esse fato é explicado em função da ingestão de matéria seca, com o amido apresentando comportamento quadrático na equação de regressão, em que a máxima ingestão de amido ocorre quando adiciona-se 47% de aveia branca em substituição ao milho na dieta sem volumosos para bovinos.

Segundo Gómez et al. (2016), o amido é capaz de maximizar o desempenho produtivo de bovinos, devido seu alto valor energético. Essa afirmativa está em acordo com os dados do presente trabalho, pois há convergência entre a maior ingestão de amido e a maximização no desempenho produtivo. Todavia, mais importante que a ingestão de amido é o efeito associativo dos cereais utilizados na dieta experimental, os quais apresentam diferentes taxas de degradabilidade. Esse sincronismo reflete em diminuição do risco do quadro de acidose clínica, que, muitas vezes, é promovida pela dieta com alta participação de grãos (STOCK et al., 1991).

A ingestão de proteína bruta apresentou comportamento quadrático com ponto de máxima quando ofertou 72% de participação de aveia branca. Como as dietas eram isonitrogenadas, a oscilação na ingestão desse alimento está relacionada com a ingestão total da matéria seca. O consumo de proteína apresentou uma oscilação de 0,265 a 0,390% do PC. Segundo Marcondes et al. (2010), os valores recomendados de ingestão de proteína bruta oscilam entre 0,353 a 0,386 % do PC, nesse sentido, apenas os tratamentos que continham 50 e 75% de grão de aveia consumiram dentro da faixa sugerida pelos autores.

Na terminação de bovinos não castrados, a composição de ganho de peso torna-se distinta quando comparada com a de animais castrados, pois há tendência na maior deposição de tecido muscular. Segundo Dias et al. (2016), avaliando o desempenho produtivo de Nelores castrados e não castrados em dietas com alto grão, observaram que animais não castrados apresentavam uma taxa de crescimento de 16,28% superior quando comparados com bovinos castrados. Nesse sentido, as exigências de proteína são superiores, visto que animais não castrados apresentam maior volume muscular (PINA et al., 2009).

Além do quantitativo de proteína, há preocupação em relação da disponibilidade de energia. Assim, observa-se que o consumo de NDT oscilou entre 1,470 a 1,779% do PC. apresentou comportamento quadrático, com ponto de máxima ingestão quando se adicionou 58% de grão de aveia branca na dieta. Essa resposta deve-se à similaridade no teor de NDT entre as dietas (Tabela 2) associadas ao resultado observado para CMS que teve ponto de máxima quando se adicionou 60% de grão de aveia branca na dieta total. Salienta-se ainda que, em média, o consumo de NDT representou 82,59% do consumo de MS.

Outra maneira de estimar o consumo de energia é em função da energia digestível e energia metabolizável. Nota-se que os bovinos apresentam oscilações de ingestão de energias com valores de 0,067 a 0,078 Mcal/kg MS para energia digestível e 0,055 a 0,064 Mcal/kg MS de energia metabolizável. Além disso, percebe-se que as energias apresentaram comportamento quadrático na curva regressão com ponto de máxima ingestão quando se adicionou 53,57 e 58,69% de grão de aveia branca na dieta total. O consumo de energia apresenta relação direta com o ganho de peso médio diário, sendo que, no presente estudo, ambos apresentaram comportamento quadrático. Machado et al. (2012) verificaram que a elevação no consumo de energia metabolizável refletiu no incremento da energia retida, e, conseqüentemente, na evolução de peso.

O desempenho produtivo dos bovinos é reflexo da adaptação dos animais ao sistema produtivo e da ingestão total de nutrientes. Observa-se que novilhos terminados em confinamento, sem utilização de alimentos volumosos, apresentaram desempenhos produtivos elevados durante a adaptação (Tabela 4). Os animais, advindos de sistema alimentar exclusivamente a pasto, passaram por período de transição na dieta até a retirada do volumoso e, nesse momento, obtiveram ganhos de peso corporal médio de 0,818 kg/dia, não diferindo entre as dietas. Watanabe et al. (2015) relataram ganho de peso médio diário de 0,146 kg/dia durante os primeiros 14 dias de adaptação a dieta sem utilização de volumoso para bovinos ½ Angus x ½ Nelore, valores inferiores aos observados no presente estudo.

A adaptação é o momento mais crítico do animal no sistema de confinamento, pois nesse período ocorre a mudanças na população de protozoários e bactérias ruminais quando a relação concentrado:volumoso é alterada. Segundo Brown, Ponce e Pulikanti (2006), as populações de bactérias amilolíticas tornaram-se mais numerosas à medida que a inclusão de concentrados aumentou, e as bactérias que produzem lactato (utilizam ácido lático como substrato energético) aumentaram mais drasticamente quando a dieta continha mais de 60% de concentrado.

Ao início do período experimental, os novilhos apresentavam peso corporal médio de 272,4 kg e escore de condição corporal de 2,79 (Tabela 4). O ganho de peso corporal oscilou em função dos tratamentos. Observa-se que novilhos alimentados com grão de milho ou grão de aveia branca obtiveram menor evolução de peso (1,635 e 1,447 e kg/dia, respectivamente) quando comparados com os animais que consumiram os ingredientes de forma conjunta, independente da proporção (1,853 kg/dia). O máximo ganho de peso foi encontrado quando a dieta apresentava 40% de grão de aveia branca.

Tabela 4 – Desempenho de novilhos confinados sem volumoso, com substituição do grão de milho por grão de aveia branca

Variáveis	Níveis de inclusão de aveia branca					CV* (%)	P valor**		
	0,0%	25%	50%	75%	100%		L	Q	C
P. Adap., kg	259,9	259,7	261,0	259,2	259,3	12,87	0,3867	0,6813	0,8596
GMD Adap., kg/dia	1,116	0,740	0,815	0,745	0,673	69,91	0,1868	0,3346	0,4256
P. Inicial, kg	282,0	269,7	274,8	269,3	268,4	11,46	0,2214	0,4506	0,6550
EEC Inicial	2,75	2,83	2,77	2,83	2,75	5,63	0,2214	0,4506	0,6550
¹ GMD Exp., kg/dia	1,635	2,009	1,790	1,759	1,447	19,94	0,0944	0,0138	0,0161
P. Final, kg	430,8	421,7	430,3	417,1	434,4	13,24	0,8920	0,8648	0,9168
² EEC Final	3,94	4,14	3,83	3,86	3,53	7,93	0,0013	0,0006	0,0007

*CV= Coeficiente de variação (%);** L- linear; Q- quadrática; C- cúbica

P.= Peso; Adap.= Período de adaptação; GMD= ganho de peso médio diário; ECC=Escore de Condição Corporal; EXP- Período experimental;

¹GMD Exp.= $-0,00011021 \cdot \text{NIA}^2 + 0,00882 \cdot \text{NIA} + 1,699$; $R^2=0,1965$;

²ECC FINAL= $-0,00011429 \cdot \text{NIA}^2 + 0,00810 \cdot \text{NIA} + 3,85714$; $R^2=0,1610$;

A associação de diferentes grãos provavelmente maximizou eficiência de crescimento microbiano e contribuindo para a maximização da ingestão de matéria seca, refletindo em elevados ganhos de peso. Essas variáveis apresentaram correlações de 0,844 ($P<0,001$), corroborando que o consumo de matéria seca possui efeito direto com a evolução de peso dos animais. Resultados semelhantes são reportados por Larraín et al. (2009), que avaliaram a utilização de grão de milho, grão de sorgo e a mistura de ambos, nas mesmas proporções, para

bovinos confinados em dietas de alto-grão. Os autores notaram que o efeito associativo dos grãos refletiu-se em ganho de peso similar ao milho e superior ao sorgo, sendo que novilhos que consumiram milho e mistura apresentaram GMD de 1,86 e 1,80 kg/dia, respectivamente, sendo estes 10,00% superiores ao ganho pré-determinado.

Em função do ganho de peso corporal e do escore de condição corporal dos novilhos, o peso pré-determinado para o abate foi atingido em datas diferentes. Os animais dos tratamentos 25% e 75% de inclusão de aveia branca foram abatidos após 80 dias de confinamento com peso corporal de final de 421 e 417 kg e escore de condição corporal final de 4,14 e 3,86, respectivamente. Depois, os animais que consumiam 0,0% e 50% de aveia branca foram conduzidos ao abate após 88 dias de confinamento, tendo peso corporal médio de 430 kg e condição final 3,9. Por fim, com 123 dias de confinamento, os animais que consumiam exclusivamente aveia branca foram abatidos com 434,44 kg e com escore de condição corporal de 3,53.

O escore de condição corporal final dos animais é uma característica a ser avaliada para predizer se o animal tem condição para o abate. Desse modo, além do peso corporal final, o escore de condição corporal auxiliou no momento de abate dos animais. Os frigoríficos preconizam, além de uma carcaça com peso mínimo próximo a 220 kg, que ela tenha espessura mínima de gordura subcutânea de 3 mm. Nesse sentido, torna-se importante aliar essas características com o intuito de proporcionar um produto de boa qualidade aos demais elos da cadeia produtiva. O escore de condição corporal ajustou-se em uma equação quadrática, na qual se obteve ponto de máxima quando a dieta apresentava 35% de aveia. Além disso, observa-se que todos os bovinos apresentaram ECC ideais para o abate (3,5 a 4), refletindo em uma deposição de gordura satisfatória no momento de abate.

Após as mensurações de ingestão de alimentos e desempenho produtivo, torna-se possível determinar a eficiência biológica dos novilhos, dentre as quais se destacam: conversão e eficiência alimentar, relação de Kleiber, taxa de crescimento relativo, eficiência parcial de crescimento (Tabela 5) e consumo e ganho residual (Figura 1). Segundo Resnick, Halliday e Merrill (2006), do ponto de física clássica, a eficiência é a relação existente entre o trabalho realizado e a energia dispendida para esse fim.

A conversão e a eficiência alimentar apresentaram comportamento quadrático muito semelhante, oscilando de 3,58 a 4,78 kg MS/kg PV e 0,203 a 0,266 kg PV/kg MS, respectivamente, com ponto de máxima entre 20 e 23% de grão de aveia branca. Os valores observados são satisfatórios, visto que, na fase de terminação, os bovinos necessitam

depositar maior proporção de gordura na carcaça, tornando-os mais ineficientes, por este ser o último tecido depositado na carcaça. Uma das premissas da utilização da dieta em que não há disponibilidade de volumoso aos bovinos é a melhora na conversão e eficiência alimentar, pois os animais apresentam baixo consumo (Tabela 3) e elevados ganhos de pesos (Tabela 4). Os resultados corroboram com Larraín et al. (2009), que verificaram que novilhos alimentados com dieta mista apresentaram maior eficiência alimentar do que a média de milho e sorgo, indicando efeito associativo positivo da mistura sobre a eficiência biológica de bovinos.

A conversão e a eficiência alimentar apresentaram correlação ($P < 0,001$) com o ganho de peso corporal de -0,778 e 0,854, respectivamente. Além disso, observa-se em que o ponto de máximo ganho de peso foi quando se adicionaram 40% de grão de aveia branca, valores superiores comparados ao ponto de máxima da conversão e da eficiência alimentar, relatado anteriormente (20 - 23 % inclusão de aveia branca). O ganho médio diário estimado com a inclusão de 40% de grão de aveia fica próximo a 1,875 kg/dia, já quando se adiciona 21,5% de grão de aveia branca (máxima eficiência biológica), o GMD estimado passa para 1,838 kg/dia, valores muito próximos. Nesse sentido, observa-se que, nesse intervalo de inclusão de aveia branca (20 a 40%), os animais tendem a apresentar melhores respostas produtivas.

Ao avaliar a substituição em níveis de 0; 33; 66 e 100% do grão de milho por grão de milheto, em dieta com 80% de concentrado, Silva et al. (2014) perceberam que a conversão alimentar foi de 5,11; 5,38; 5,31 e 5,66 kg MS/kg PC, respectivamente, com ajuste linear da equação de regressão. Os autores salientam que essa resposta está atrelada ao aumento no consumo de alimentos para suprir a demanda energética e manter a taxa de ganho de peso similar entre os tratamentos. Misso et al. (2009), avaliando bezerros não castrados submetidos a diferentes níveis de concentrado, observaram que dietas contendo 79% de concentrado refletiram em melhor conversão alimentar (5,01 kg MS/ kg PV). Observa-se que os novilhos do presente estudo apresentaram melhor resposta biológica quando comparados com os animais dos estudos supracitados.

A relação de Kleiber oscilou de 17,5 a 24,3 g/unidade de tamanho metabólico (UTM), ressaltando-se que quanto maior o valor, mais eficientes são os animais. A investigação da eficiência biológica pela Relação de Kleiber (RK), ao contrário da eficiência ou conversão alimentar, não implica alteração do tamanho corporal dos bovinos à maturidade, pois tais variáveis não são correlacionadas com o peso vivo metabólico médio (MELLO et al., 2010).

Essa variável apresentou comportamento quadrático, com ponto de máxima quando se fornece 42% de grão de aveia branca na dieta.

Tabela 5 – Características relacionadas à eficiência alimentar de novilhos confinados sem volumoso, com substituição do grão de milho por grão de aveia branca

Variáveis	Níveis de inclusão de aveia branca					CV* (%)	P valor**		
	0,0%	25%	50%	75%	100%		L	Q	C
¹ CA, kg MS/kg PV	3,814	3,661	4,021	3,930	4,788	12,35	0,0002	0,0001	0,0002
² EA, kg PV/kg MS	0,266	0,267	0,252	0,257	0,203	11,61	0,0003	0,0003	0,0008
³ RK, kg/UTM	0,212	0,235	0,221	0,243	0,175	17,68	0,0525	0,0025	0,0013
⁴ TCR, %/dia	0,217	0,237	0,226	0,247	0,178	17,42	0,0381	0,0015	0,0007

*CV= Coeficiente de variação (%);** L- linear; Q- quadrática; C- cúbica;

¹ Conversão Alimentar= $0,0001723*NIA^2 - 0,00821*NIA + 3,778$; $R^2=0,3991$;

² Eficiência Alimentar = $-0,00000925*NIA^2 + 0,000382*NIA + 0,2698$; $R^2=0,3569$;

³ Relação de Kleiber = $-0,0000163*NIA^2 + 0,001384*NIA + 0,2084$; $R^2=0,2779$;

⁴ Taxa Crescimento Relativo = $-0,00001496*NIA^2 + 0,00118*NIA + 0,219$; $R^2=0,3024$;

Estudos realizado com novilhos do mesmo rebanho experimental, confinados em diferentes dietas contendo 50% de volumoso (KLEIN et al., 2018), obteve RK variando de 16,08 a 20,82 g/UTM. Os valores são inferiores aos reportados no presente estudo, exceto para a dieta com aveia branca. Portanto, novilhos confinados com substituição parcial do milho pela aveia branca em dieta sem volumoso ganham mais peso diariamente com mesmo peso metabólico em relação aos alimentados com esses grãos separadamente. Além disso, a RK é relevante nos sistemas de terminação como forma de avaliar a eficiência, pois não requer a mensuração da ingestão da matéria seca e possui correlações significativas ($P < 0,001$) com o GMD, TCR, CA e EA nas proporções de 0,898; 0,987; -0,844 e 0,903, respectivamente.

Outra medida relacionada à eficiência biológica é taxa de crescimento relativo (TCR), capaz de determinar o potencial de crescimento relativo à maturidade fisiológica. Observa-se que a TCR apresentou comportamento semelhante à RK, sendo que o ponto de máxima foi atingido quando se adicionou 42% de grão de aveia branca. Nota-se similaridade no ponto de máxima entre o ganho de peso médio diário e as variáveis mensuradas ($r=0,8368$; $P < 0,001$). Ressalta-se também, pela TCR, que novilhos alimentados com 42% de substituição do milho por aveia branca terão maior potencial de crescimento em relação ao peso de abate pré-estipulado. Uma pesquisa realizada por Castilhos et al. (2010), avaliando dois rebanhos Nelore com ou sem seleção para peso pós-desmama, não encontrou diferença, obtendo

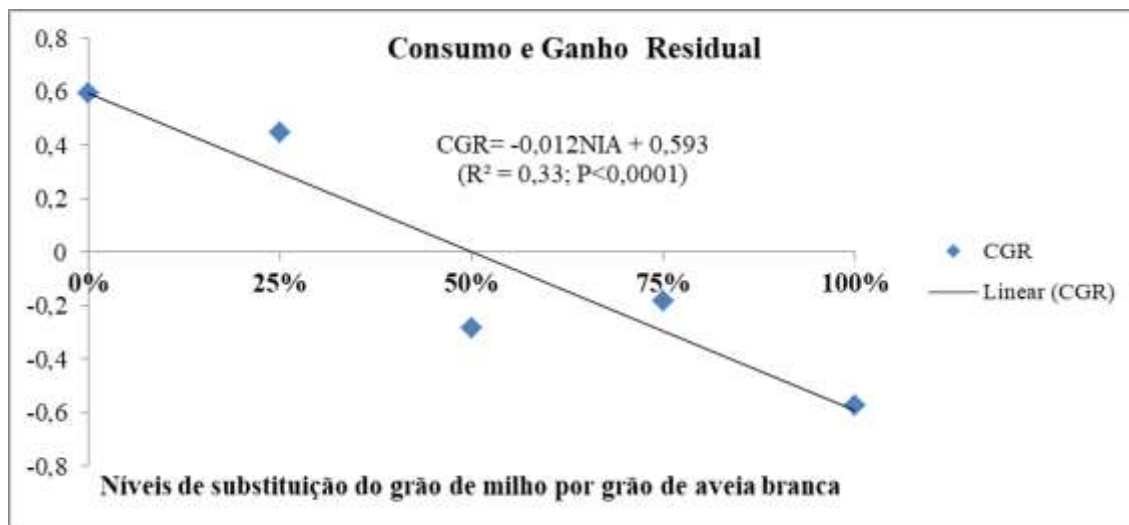
valores médios de 13 g/UTM para RK e 0,145%/dia para a TCR, valores inferiores aos encontrados no presente estudo.

A superioridade verificada no presente estudo pode ser explicada em função da alta densidade energética da dieta, da composição genética dos animais, beneficiando-se positivamente da heterose e pelo fato da não castração dos animais, favorecendo-se do efeito anabólico da testosterona. Essa combinação de fatores desencadeou em resposta positiva tanto em relação ao ganho de peso, como na transformação dos alimentos em produto animal. Dias et al. (2016) avaliaram o desempenho de novilhos castrados e não castrados em dietas sem volumoso e observaram que animais não castrados apresentaram superioridade no consumo de matéria seca, no ganho médio de peso corporal e redução na conversão alimentar quando comparados com animais castrados.

Segundo Bianchini et al. (2008), um dos fatores mais importantes para a determinação da eficiência biológica dos animais em confinamento está correlacionada com o peso de abate e consumo de matéria seca. Esses fatores afetam a eficiência de crescimento dos bovinos por meio da taxa de ganho e composição química dos tecidos depositados. Além disso, o manejo nutricional e a adaptação dos novilhos ao sistema produtivo são características fundamentais para a maximização da produtividade. Segundo Ferriani et al. (2013), o peso acumulado do animal em relação à idade segue uma curva sigmoide, composta pela fase pré-puberdade de autoaceleração e pós-puberdade de desaceleração. Nesse sentido, a seleção de animais mais eficiente, capaz de transformar os nutrientes ingeridos em desenvolvimento corporal, acarretará em melhor viabilidade produtiva e econômica do sistema de terminação.

Além das eficiências biológicas citadas anteriormente, a seleção de animais mais eficientes no sistema de terminação torna-se uma constante busca para viabilizar a terminação de bovinos em confinamento. Nesse sentido, a determinação do consumo e ganho residual apresentou comportamento linear decrescente, sendo que, para cada quilograma de adição de grão de aveia branca, decresceu em 1,2% o consumo e o ganho residual. Tal fato é explicado em função da baixa ingestão de matéria seca dos animais do tratamento 0% de inclusão de aveia branca (Tabela 3). Conforme expresso na Tabela 3, o consumo total de matéria seca desse tratamento foi 15% inferior quando comparado com a média de consumo dos demais tratamentos. Essa baixa ingestão de matéria seca, fez com que os animais apresentassem uma melhor eficiência alimentar residual.

Figura 1 – Consumo e ganho residual de novilhos confinados sem utilização de volumoso, em substituição do grão de milho por grão de aveia branca



Pressupõe-se que as melhores eficiências biológicas foram apresentadas quando os animais consumiam exclusivamente milho (tratamento com 0,0% de inclusão de aveia branca) ou quando se adicionavam baixas proporções de grão de aveia branca (20% de inclusão). Nesse intervalo, os bovinos apresentam a máxima resposta biológica em função da baixa ingestão de matéria seca e não pelo máximo desempenho produtivo. Quando se analisa apenas o desempenho produtivo, recomenda-se a utilização de, no máximo, 40% de substituição do milho por aveia branca. Assim, o conjunto das informações oferta um maior respaldo técnico-científico para as recomendações de substituição do grão de milho por grão de aveia branca.

CONCLUSÕES

O confinamento sem volumoso é uma alternativa viável tecnicamente para ser empregada na terminação de bovinos de corte. A substituição do grão de milho por aveia branca, em níveis próximos a 40%, maximiza o desempenho animal e a eficiência de transformação dos alimentos em peso vivo.

O ganho e consumo residual (GCR) reduz linearmente com a substituição do milho por aveia branca, demonstrando ser mais dependente da redução na ingestão de alimentos do que da maximização do ganho de peso.

REFERÊNCIAS

- ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Perfil da pecuária no Brasil**: Relatório anual 2017. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/Sumario.aspx>> . Acesso em: 19 fev. 2018.
- AIKMAN, P. C.; BEEVER, D. E.; HUMPHRIES, D. J. The effect of incremental replacement of wheat with soya hulls in diets for Jersey cows on lactational performance, diet digestibility and feeding behaviour. **Livestock science**, v. 104, n. 1-2, p. 23-32, 2006. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871141306000679>>. Acesso em: 5 out. 2018.
- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the Association Analytical Chemists**, 18th ed. Gaithersburg, MD, USA, 2005.
- AZEVEDO, J. A. G. et al. Predição de consumo de matéria seca por bovinos de corte em confinamento. In: VALADARES FILHO, S. DE C.; PAULINO, P. V. R.; KARLA, A. M. (Orgs.). **Exigências Nutricionais de Zebuinos Puros e Cruzados**. 2. ed. Viçosa: Suprema Gráfica LTDA. 2010. p. 1-11. 2 v.
- BARBER, W. P. B. et al. New methods of feed evaluation. In: HARESIGN, W.; COLE, D. J. A. (Eds.) **Recent advances in animal nutrition**. London: Butterworths. 1984. p.161-176.
- BIANCHINI, W. et al. Crescimento e características de carcaça de bovinos superprecoces Nelore, Simental e mestiços. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 3, p. 554-564, 2008. Disponível em: <<http://revistas.ufba.br/index.php/rbspa/article/viewArticle/780>>. Acesso em: 30 set. 2018.
- BORGES, C.A. de 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, n. supl 1, p. 2011-2020, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/314442815_Substituicao_de_milho_grao_inteiro_por_aveia_preta_grao_no_desempenho_de_cordeiros_confinados_recebendo_dietas_com_alt_o_grao>. Acesso em: 30 jul. 2018.
- BROWN, M. S.; PONCE, C. H.; PULIKANTI, R. Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: Performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. suppl_13, p. E25-E33, 2006. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16582090>>. Acesso em: 23 ago. 2018.
- CASTILHOS, A. M. et al. Feed efficiency of Nelore cattle selected for postweaning weight. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 11, p. 2486-2493, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982010001100023>. Acesso em: 2 out. 2018.
- 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. Disponível em:

<<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/26004>>. Acesso em: 12 maio 2018.

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, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-99402016000100045>. Acesso em: 12 maio 2018.

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

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Food Outlook: Biannual report on global food markets**, 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/CA2320EN/ca2320en.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

FERRIANI, L. et al. Parâmetros genéticos de características de carcaça e de crescimento de bovinos da raça Nelore. **Archivos de Zootecnia**, v. 62, n. 237, p. 123-129, 2013. Disponível em: <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05922013000100013>. Acesso em: 20 out. 2018.

FITZHUGH, H.A., JR.; TAYLOR, C.S. Genetic analysis of degree of maturity. **Journal of Animal Science**, v. 33, p. 717-725, 1971. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/18075599_Genetic_Analysis_of_Degree_of_Maturity>. Acesso em: 13 out. 2018.

JONER, G. et al. Soybean hull and/or White oat grain for steers finished in feedlot. **African Journal of Agricultural Research**, v.13, p. 144-150, 2018. Disponível em: <<https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-abstract/85A23AA55778>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

GÓMEZ, L. M.; POSADA, S. L.; OLIVEIRA, M. Starch in ruminant diets: a review. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. 29, p.77-90, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902016000200077>. Acesso em: 20 jun. 2018.

GRANJA-SALCEDO, Y. T. et al. Effect of different levels of concentrate on ruminal microorganisms and rumen fermentation in Nelore steers. **Archives of animal nutrition**, v. 70, n. 1, p. 17-32, 2016. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26654381>>. Acesso em: 3 set. 2018.

KLEIBER, M. Problems involved in breeding for efficiency of food production. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL PRODUCTION, 29., 1936, Madison, WI. **Proceedings...** Madison, WI, p. 247-258, 1936.

KLEIN, J. L. et al. Bionutritional efficiency and carcass characteristics of confined steers receiving different nitrogen sources with whole or milled corn. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 6, p. 2541-2554, 2018. Disponível em:

<<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/30628>>. Acesso em: 27 ago. 2018.

KOCH, R. M. et al. Efficiency of feed use in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 22, p. 486-494, 1963. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jas/article-abstract/22/2/486/4699113?redirectedFrom=fulltext>>. Acesso em: 24 ago. 2018.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2017.

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. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/a0ae/4b0efdd07bf450621f36e5ef870f3d894a1e.pdf>>. Acesso em: 2 out. 2018.

LOWMAN, B.G.; SCOTT, N.; SOMERVILLE, S. **Condition scoring beef cattle**. Edinburgh: East of Scotland College of Agriculture, 8p., 1973. (Bulletin 6).

MACHADO, P. A. S. et al. Desempenho e exigências de energia e proteína de bovinos de corte em pasto suplementados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 3, p. 683-692, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-09352012000300021&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 2 out. 2018.

MARCONDES, M. I. et al. Exigências nutricionais de energia para bovinos de corte. Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados. **BR-CORTE**, v. 2, p. 85-111, 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/265808244_EXIGENCIAS_NUTRICIONAIS_DE_ENERGIA_PARA_BOVINOS_DE_CORTE>. Acesso em: 20 set. 2018.

MEHREZ, A. Z.; ØRSKOV, E. R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feed in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, v. 88, n. 3, p. 645-650, 1977. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-agricultural-science/article/study-of-artificial-fibre-bag-technique-for-determining-the-digestibility-of-feeds-in-the-rumen/3232D1FFED03A4584731602DAEA504DE>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

MELLO, R. et al. Bionutritional efficiency of crossbred beef cattle finished on feedlot and slaughtered at different body weights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 3, p. 582-593, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982010000300018>. Acesso em: 23 out. 2018.

MISSIO, R. L. et al. Desempenho e avaliação econômica da terminação de tourinhos em confinamento alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 7, p. 1309-1316, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982009000700021>. Acesso em: 15 jul. 2018.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle. 5 ed.** Washington, DC.: National Academy of Sciences, 2000.

NICODEMO, M. L. F. **Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte**. 54. ed. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001.

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. Disponível em: <<http://www.absantaines.com.br/wp-content/uploads/2014/06/Dieta-sem-forragem.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

PINA, D. S. et al. Influence of different levels of concentrate and ruminally undegraded protein on digestive variables in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 3, p. 1058-1067, 2009. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18997071>>. Acesso em: 2 out. 2018.

RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; MERRILL, J. **Fundamentos de Física**. Mecânica. LTC, 2006. 1 v.

RUSSELL, J. B. Effect of amino acids on the heat production and growth efficiency of *Streptococcus bovis*: balance of anabolic and catabolic rates. **Applied and environmental microbiology**, v. 59, n. 6, p. 1747-1751, 1993. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8328799>>. Acesso em: 24 ago. 2018.

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 milheto. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 2, p. 943-960, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/276464341_Caracteristicas_de_carcaca_e_carne_d_e_novilhos_de_diferentes_predominancias_geneticas_alimentados_com_dietas_contendo_niveis_de_substituicao_do_grao_de_milho_pelo_grao_de_milheto>. Acesso em: 22 out. 2018.

SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II- Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1459919>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

STOCK, R.A. et al. High moisture corn utilization in finishing cattle. **Journal of Animal Science**, v.69, p.1645-1656, 1991. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2071523>>. Acesso em: 23 set. 2018.

VALADARES FILHO, S. C. et al. Br-Corte 3.0: cálculo de exigências nutricionais, formulação de dietas e predição de desempenho de zebuínos puros e cruzados. **Br-Corte**, v. 5, n. 10, p. 2017, 2016. Disponível em: <www.brcorte.com.br>. Acesso em: 7 dez. 2017.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1660498>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

WATANABE, D. H. M., et al. Feedlot performance and carcass traits of Nellore and ½ Angus x Nellore cattle adapted either for 9 or 14 days. **Journal of Animal Science**, v. 93, Suppl. 3, p. 727, 2015. Disponível em: <<https://m.jtmtg.org/abs/t/64470>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

3 ARTIGO 2 – COMPORTAMENTO INGESTIVO DE NOVILHOS CONFINADOS, SEM VOLUMOSOS, COM SUBSTITUIÇÃO DO GRÃO DE MILHO POR GRÃO DE AVEIA BRANCA

RESUMO: Objetivou-se avaliar o efeito da substituição do grão de milho por grão de aveia branca sobre o comportamento ingestivo de novilhos confinados em dieta sem inclusão de volumoso. Utilizaram-se 45 novilhos não castrados, cruza Charolês x Nelore, com idade inicial de $18 \pm 0,22$ meses e peso inicial de $259,4 \pm 31,67$ kg. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. Os bovinos foram distribuídos em função do 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 grão e 15% de núcleo proteico-vitamínico-mineral. A ingestão de alimentos apresentou comportamento quadrático em função da substituição do grão de milho por grão de aveia branca o que influenciou a ingestão de fibra em detergente neutro, proteína bruta, nutrientes digestíveis totais. A maior proporção de fibra em detergente ácido no grão de aveia fez com que a ingestão desse nutriente apresentasse comportamento linear crescente com a inclusão do grão. A flutuação na ingestão de matéria seca tende a ser reduzida com a inclusão do grão de aveia branca. O tempo despendido para a ruminação apresentou comportamento quadrático com a inclusão de substituição de milho por aveia branca, com o ponto de máxima quando se adiciona 54% de grão de aveia branca. Dieta com maiores proporções de grão de aveia branca elevaram o tempo e o número de mastigadas por bolo alimentar. Os pontos de mínima eficiência de ruminação de MS e FDN ajustaram-se em níveis de 52,7 e 48,36% de grão de aveia branca, respectivamente. A substituição do grão de milho por grão de aveia branca, em níveis de 50 a 60%, proporciona máxima ingestão de nutrientes e eleva o tempo de ruminação, com reflexo positivo sobre o comportamento ingestivo de novilhos confinados sem volumoso.

Palavras-chave: Eficiência de ruminação. Fibra em detergente neutro. Flutuação de consumo. Ingestão de matéria seca.

FEEDING BEHAVIOR OF FEEDLOT STEERS FEED WITH DIETS WITHOUT ROUGHAGE AND REPLACING CORN GRAIN BY WHITE OAT GRAIN

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effect of replacing corn grain by white oat grain on the feeding behavior of feedlot steers in a diet without forage. Forty-five non-castrated, Charolais x Nellore cross steers, with initial age of 18 ± 0.22 months and initial weight of 259.4 ± 31.67 were used. The experimental design was completely randomized. The cattle were randomly distributed according to the level of replacement of corn grain by oat grain, as follows: 0; 25; 50; 75 and 100%. The diets were composed of 85% grain and 15% mineral-protein-vitamin nucleus. Feeding intake presented quadratic behavior due to the replacement of corn grain by oat grain. Such behavior has influenced neutral detergent fiber, crude protein, total digestible nutrient intake. The higher proportion of acid fiber in the oat grain caused that the intake of this presented increasing linear behavior with the inclusion of the grain. Fluctuation in dry matter intake tends to be reduced with the inclusion of oats. Rumination time presented a quadratic behavior with the inclusion of corn replacement by oat, with the maximum point when 54% of oat was added. Diet with higher proportions of oat grain has increased the time and number of chews per bolus. Minimum rumination efficiency points of DM and NDF was set at 52.7 and 48.36% of oat grain, respectively. The replacement of corn grain by oat grain at levels of 50 to 60% provides maximum nutrient intake and raises rumination time with positive reflection on the feeding behavior of feedlot steers without roughage.

Keywords: Rumination efficiency. Neutral detergent fiber. Intake fluctuation. Dry matter intake.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda mundial por alimentos está desafiando os sistemas de produção de bovinos a incrementar a produtividade, porém, com restrições à abertura de novas fronteiras agrícolas. Diante desse cenário, o uso do confinamento vem sendo uma alternativa para gestores rurais obterem maior produtividade e maior escala de produção por unidade de área. Em levantamento realizado com nutricionistas de todo o Brasil, Oliveira e Millen (2014) verificaram que a média de fornecimento de forragem dos confinamentos no país era de 21%, sendo o grão de milho o ingrediente mais utilizado na confecção do concentrado, com 87% de participação. Esses números podem ter aumentado devido ao aumento no número de bovinos confinados, os quais, normalmente, cresce a cada ano, associado à tecnologia de dietas sem uso de volumoso.

A utilização de confinamento sem volumoso vem sendo bastante estudada na terminação intensiva de bovinos no Brasil (COSTA et al., 2017; CATTELAM et al., 2018; NEUMANN et al., 2015). Essa tecnologia apresenta vantagens em relação ao confinamento tradicional (com volumoso), como menor consumo de matéria seca, melhor eficiência biológica e aumento do rendimento de carcaça (PAULINO et al., 2013), além da grande praticidade no fornecimento da dieta e da não dependência de alimentos volumosos. Essa tecnologia iniciou-se com a associação de grão inteiro de milho (85%) e pellet concentrado (15%), todavia, o milho é um cereal concorrido no mercado por ser demandado na alimentação humana e de animais não ruminantes, além de apresentar oscilações no seu custo de aquisição.

Nesse sentido, faz-se necessário estudar o efeito de eventuais substitutivos para o grão inteiro de milho nesse tipo de dieta. Um alimento que vem sendo estudado como potencial substitutivo do milho em dietas sem volumoso para ruminantes é o grão de aveia branca (CARVALHO et al., 2015; CATTELAM et al., 2018). Atualmente, o Brasil cultiva 340,3 mil hectares desse cereal, dos quais 72,93% são produzidos na Região Sul do país, com produtividade total de 633,8 mil toneladas na safra 2017/18 e previsão de incremento de 56,4% na safra subsequente (CONAB, 2018). Pela sua composição química, o grão de aveia branca pode ser opção viável em dietas sem inclusão de volumoso, principalmente por possuir maior teor de fibra em detergente neutro em relação ao milho. Dietas com baixos níveis de fibra tornam-se um desafio aos bovinos em decorrência de desordens metabólicas decorrentes da maior produção de ácidos no rúmen e acidificação do meio quando estes não forem

absorvidos de maneira eficiente pelo epitélio ruminal (BEVANS et al., 2005; NAGARAJA; TITGEMEYER, 2007).

Oliveira et al. (2016) citam que, para a obtenção da máxima resposta produtiva de bovinos, estes devem estar em equilíbrio com o meio de criação. Assim, o estudo do comportamento ingestivo de bovinos é uma importante ferramenta de gestão que possibilita ajustar as instalações, as técnicas de manejo e a alimentação. Dessa forma, podem-se proporcionar melhorias no bem-estar animal e na resposta produtiva. Carvalho et al. (2015) verificaram que a substituição do grão de milho por grão de aveia branca reduziu o tempo de alimentação e aumentou o tempo de ruminação, resultantes de diferenças nos teores de fibra em detergente neutro entre os grãos.

No entanto, para bovinos, ainda há uma lacuna na literatura sobre a resposta comportamental em função da alimentação com aveia branca em substituição ao milho. Nesse sentido, objetivou-se avaliar diferentes níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca, na dieta sem inclusão de volumosos, sobre as características de comportamento ingestivo de novilhos confinados.

MATERIAL E MÉTODOS

No momento que antecedeu as atividades relacionadas à condução experimental, elaborou-se o projeto o qual foi encaminhado para a avaliação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Federal de Santa Maria, sendo aprovado sob o nº. 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 à 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 $270,92 \pm 31,67$ 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 semicobertas, 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. Todos os tratamentos eram composto por 85% de grão (milho e/ou aveia) e os outros 15% era núcleo proteico-vitamínico-mineral. As dietas foram calculadas de acordo com a composição bromatológica dos grãos de milho e de aveia branca e do núcleo proteico-vitamínico-mineral (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição bromatológica dos ingredientes utilizados na dieta experimental

Teores, % na MS	Milho	Aveia	Núcleo proteico ¹	Ureia
Matéria seca	89,09	90,18	86,14	96,87
Cinzas	2,32	2,52	22,04	
Proteína Bruta	9,47	15,16	39,63	281,9
Fibra Detergente Neutro	14,98	18,93	35,95	
Fibra detergente Ácido	2,26	8,18	17,59	
Nutrientes digestíveis totais	88,36	85,27	65,31	
Amido	65,77	56,51	24,20	
Monensina Sódica, mg/kg	-	-	210,00	

¹ Núcleo proteico mineral e vitamínico – Granobel[®] (Agro Bella[®], S. A.). Do total de Proteína Bruta, 15% era Nitrogênio não proteico (NNP).

As dietas foram calculadas conforme o NRC (2000), estimando consumo de matéria seca de 2,2 % do peso corporal (PC) e ganho médio de diário de peso corporal 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.

Diariamente, realizaram-se dois fornecimentos de alimentação, um no turno da manhã (8h) e outro à tarde (14h), sendo que os animais tinham acesso *ad libitum* a dieta experimental. Previamente a alimentação diária, coletavam-se as sobras do dia anterior, as quais foram pré-estabelecidas entre 20 e 50 g/kg do alimento ofertado. O consumo voluntário de matéria seca e dos constituintes bromatológicos da dieta foi obtido pela diferença entre o ofertado e as sobras.

Tabela 2 – Participação dos ingredientes e composição bromatológica das dietas experimentais

Ingredientes, % na MS	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
⁽¹⁾ Núcleo comercial	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Calcário calcítico	1,10	0,80	1,20	0,90	1,35
Ureia	1,34	1,08	0,72	0,35	–
	Composição bromatológica, % MS				
Matéria seca	86,55	87,20	87,39	88,21	88,36
Proteína bruta	17,95	17,95	17,95	17,95	17,95
Fibra Detergente Neutro	17,78	18,66	19,48	20,39	21,23
Fibra detergente Ácido	4,04	5,18	6,31	7,44	8,62
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
Nutrientes digestíveis totais	82,83	82,60	81,92	81,88	81,12

⁽¹⁾ Núcleo proteico mineral e vitamínico- Granobel[®] (Agro Bella[®], S. A.).

Realizou-se a avaliação da flutuação diária de ingestão de matéria seca (IMS), calculada conforme metodologia proposta por Bevans et al. (2005), obtida por meio da seguinte equação: (1)

$$\text{Flutuação de IMS} = ((\text{IMSD} - \text{IMSDA}) \div \text{IMSDA}) \times 100$$

em que: IMSD = Ingestão de matéria seca diária (kg); IMSDA = Ingestão de matéria seca do dia anterior (kg).

As flutuações de IMS foram calculadas diariamente para cada unidade experimental, durante todo o período de confinamento, desconsiderando-se os dois dias posteriores as pesagens, com o objetivo de eliminar as flutuações decorrentes do manejo. Para realização das análises bromatológicas, coletaram-se semanalmente os ingredientes utilizados para a confecção da dieta, assim como amostra referente às sobras da alimentação. As amostras, das sobras, foram submetidas à pré-secagem em estufa de ar forçado com temperatura de 55°C durante 72 horas; depois, realizou-se a moagem, em peneiras de crivos de um mm, com auxílio de moinho tipo *Willey*. Posteriormente, foram identificadas individualmente e armazenadas para análises químicas.

As análises bromatológicas consistiram em determinar o teor de matéria seca (MS) por secagem em estufa a 105°C até atingir peso constante e cinzas por calcinação em mufla a 550°C até peso constante. O teor de matéria orgânica (MO) foi calculada por diferença entre a

matéria seca (MS) e cinzas. As determinações de MS, MO, matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) foram realizadas segundo a *Association of Official Agricultural Chemists* (AOAC, 2005). A digestibilidade *in situ* da matéria orgânica (DISMO) foi determinada segundo Mehrez e Ørskov (1977). A estimativa dos teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi obtida pelo produto entre a porcentagem de MO e a DISMO, dividido por 100 (BARBER et al., 1984). A determinação de fibra insolúvel em detergente neutro corrigido para cinzas (FDNc) foi efetuada conforme Van Soest et al. (1991).

As coletas de dados referentes ao comportamento ingestivo ocorreram em três datas do período experimental, com intervalos de 28 dias. Durante o período noturno, o ambiente foi mantido com iluminação artificial. Adaptou-se a metodologia de Johnson e Combs (1991), em que avaliadores treinados observaram os animais a cada 10 minutos durante 24 horas consecutivas, registrando as atividades relacionadas ao tempo despedido à ingestão de alimentos, ingestão de água, ruminação e outras atividades. Concomitante ao comportamento ingestivo, observou-se o tempo de mastigação por bolo ruminal (TMB) em segundos/bolo, o número de mastigações mastigação por bolo ruminal (NMB), número de mastigadas diariamente (NMD) e número de bolos mastigados diariamente (NBMD), para determinar essas variáveis, utilizou-se um cronômetro digital e avaliadores treinados para quantificar o tempo e o número de mastigadas em que os animais exerciam por bolo ruminal. As eficiências de ruminação de matéria seca e fibra em detergente neutro foram determinadas de acordo as seguintes equações propostas por Burger et al. (2000): $ER_{MS} = CMS/TR$ e $ER_{FDN} = CFDN/TR$, em que: ER_{MS} : eficiência de ruminação de matéria seca; CMS: consumo de matéria seca; TR: tempo de ruminação; ER_{FDN} : eficiência de ruminação da fibra detergente neutro e CFDN: consumo de fibra detergente neutro.

Adotou-se delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e nove repetições, totalizando 45 unidades experimentais. Os dados coletados foram submetidos à investigação de *outliers* por meio do resíduo estudentizado e testado 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:

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

em que: Y_{ijk} = observação das variáveis dependentes; β_0 = constante da equação estimada; $\beta_{1,2,3}$ = coeficientes de regressão estimado linear, quadrático e cúbico; X_i = nível de substituição do grão de milho pelo grão de aveia branca; α_{ijk} = desvios da regressão; ε_{ijk} =

efeito aleatório associado à observação Y_{ijk} . Em caso de ajustes significativos para mais de uma equação utilizou-se a de maior valor de coeficiente de determinação (R^2). As variáveis dependentes foram submetidas à análise de correlação de Pearson. Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do pacote estatístico SAS[®] (*Statistical Analysis System*, versão 3.5, SAS University Edition).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Bovinos alimentados exclusivamente com grão de milho ou grão de aveia branca com 85% da fração energética da dieta apresentaram menor ingestão de matéria seca, correspondendo a reduções de 17,81 e 7,68%, respectivamente, quando comparados à média das dietas com misturas (Tabela 3). O ponto de máxima ingestão da matéria seca foi observado quando se adicionou 60,85% de grão de aveia branca na dieta. Divergências nas características físicas dos grãos e na composição bromatológica, descritas na Tabela 1, resultaram em diferentes taxas de degradação ruminal, favorecendo os processos metabólicos do rúmen, em virtude da complementariedade dos ingredientes.

O conhecimento da taxa de degradação dos ingredientes contribui para quantificar o total de nutrientes disponíveis à fermentação ruminal. Sniffen et al. (1992) classificam os carboidratos e as proteínas em diferentes frações de acordo com sua taxa de degradação no ambiente ruminal. Possivelmente essas diferenças podem estar relacionadas com as taxas de degradação das diferentes frações de carboidratos e proteínas presentes nos grãos de milho e de aveia branca refletiram em incremento na ingestão de matéria seca e pelo sincronismo na disponibilidade do substrato aos micro-organismos ruminais.

A digestão ruminal é determinada pela combinação entre a taxa de degradação e taxa de passagem dos alimentos no ambiente ruminal. O sincronismo influencia o consumo de alimentos em função do tempo de permanência do substrato no ambiente ruminal. Animais com menor ingestão de alimento apresentam maior tempo de permanência do alimento na digesta ruminal, implicando melhor digestibilidade ruminal (GOMES et al. 2010).

Outro fator que influencia a ingestão total de matéria seca é o pH do ambiente ruminal. Mesmo não determinado no presente estudo, dados da literatura demonstram que essa variável está correlacionada com a disponibilidade de fibra da dieta. A associação de diferentes matérias primas na alimentação de ruminantes tem demonstrando efeitos positivos em relação ao equilíbrio ruminal de bovinos, pois Russell, Sexten e Kerley (2016) avaliaram a

substituição do grão de milho por casca do grão de soja e observaram que dietas com 80 a 90% de substituição aumentaram o pH ruminal, melhorando a digestibilidade da fibra, já que o incremento do pH aumentou a capacidade de sobrevivência e atividade dos microrganismos fibrolíticos, refletindo em incremento na ingestão de matéria seca. Possivelmente, o incremento no consumo de matéria seca reportado no presente estudo possui relação com a homeostase no ambiente ruminal.

Tabela 3 – Variáveis relacionadas ao consumo de novilhos não castrados alimentados com níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca em dieta sem volumoso

Ingestão	Níveis de participação do grão de aveia branca					CV (%)	P valor		
	0,0%	25%	50%	75%	100%		L	Q	C
¹ MS, kg/dia	6,067	6,900	7,107	7,437	6,637	11,76	0,1449	0,0134	0,0263
Flut. Ing. %	10,771	7,587	9,195	9,008	7,526	28,80	0,0730	0,1365	0,1573
² FDN, kg/dia	1,05	1,27	1,36	1,50	1,36	12,26	0,0001	0,0001	0,0001
³ FDA, kg/dia	0,242	0,377	0,474	0,581	0,607	14,31	0,0001	0,0001	0,0001
⁴ PB, kg/dia	0,926	1,125	1,237	1,335	1,251	12,30	0,0001	0,0001	0,0001
⁵ NDT, kg/dia	5,07	5,73	5,87	6,11	5,69	12,09	0,095	0,0351	0,0782

CV= Coeficiente de variação (%); L- Linear; Q- Quadrática; C- Cúbica; Flut. Ing. = Flutuação na ingestão de matéria seca.

¹ Ingestão de matéria seca= $-0,0003 \times \text{NIA}^2 + 0,035 \times \text{NIA} + 6,240$; $R^2=0,2139$

² Ingestão de fibra detergente neutro= $-0,00007 \times \text{NIA}^2 + 0,009 \times \text{NIA} + 1,077$; $R^2=0,4534$;

³ Ingestão de fibra em detergente ácido= $0,004 \times \text{NIA} + 0,275$; $R^2=0,8304$;

⁴ Ingestão de proteína bruta= $-0,00007 \times \text{NIA}^2 + 0,010 \times \text{NIA} + 0,917$; $R^2=0,5212$;

⁵ Ingestão de nutrientes digestíveis totais= $-0,00020 \times \text{NIA}^2 + 0,020 \times \text{NIA} + 5,231$; $R^2=0,1656$.

Uma característica em que vem sendo utilizada como parâmetro de conforto e saúde ruminal, principalmente em dietas de alta densidade energética, é a flutuação na ingestão de matéria seca. Observa-se uma tendência de redução linear ($P=0,073$), com a inclusão do grão de aveia branca em substituição ao grão de milho (Tabela 3), ou seja, há uma tendência de maior estabilidade na ingestão de matéria seca nas dietas com aveia branca, provavelmente em virtude do teor de FDN deste grão. Isso ocorre porque, nesse tipo de dieta, são usados tamponantes, presentes no núcleo, para suprir a carência de FDN fisicamente efetiva e mitigar a produção excessiva de ácidos graxos durante a fermentação ruminal. Silva et al. (2018), ao avaliarem diferentes frequências de fornecimento da dieta na fase de adaptação sobre a flutuação da ingestão de matéria seca de bovinos Nelore alimentados com 86% de concentrado, observaram menor variação com três tratamentos diários, com maior ingestão de FDN e recomendaram o fracionamento da dieta como forma de manter mais estável o pH ruminal.

No presente estudo, a flutuação de consumo correlacionou-se com o número de mastigadas meréricas diárias ($r=-0,397$; $P=0,024$) e com o tempo de mastigadas diárias ($r=-0,39$; $P=0,013$). Portanto, quanto menores as atividades inerentes à ruminação, maior será a flutuação na ingestão de matéria seca. A oscilação no consumo pode servir como sinalizador da saúde ruminal, visto que muitos trabalhos mostram seu efeito prejudicial à saúde ruminal e metabólica de bovinos confinados (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN; MOYA, 2015). Galyean et al. (1992) mostraram que a variação diária na IMS superior a 10% pode impactar negativamente o desempenho animal, com redução no ganho de peso e aumento da conversão alimentar. Observa-se que apenas a dieta com milho ultrapassou o limite reportado pelos autores citados acima.

A ingestão de matéria seca influenciou na ingestão da fração fibrosa (FDN e FDA), proteína bruta e nutrientes digestíveis totais, pois, ao realizar-se análise de correlação, todas essas variáveis apresentaram correlações positivas e significativas com o consumo de matéria seca (0,65 a 0,99). O consumo de FDN apresentou comportamento quadrático, com ponto de máxima ingestão quando a dieta apresentava 78,57% de participação do grão de aveia. Dietas com alto teor de concentrado (acima de 75% na MS), baixo teor de fibra (abaixo de 25%) e digestibilidade elevada (acima de 66%) podem resultar em menor consumo de matéria seca, uma vez que as necessidades energéticas são atendidas em menores níveis de consumo (GONÇALVES et al., 2001). Em outro princípio de limitação de consumo, Van Soest (1994) descreve que a ingestão é limitada pelo efeito físico de enchimento quando o consumo de FDN é de 11 a 13 g/kg PV. No presente experimento, o consumo médio de FDN foi de 3,66 g/kg PV, comprovando que a limitação de consumo deu-se por limitação fisiológica em função da densidade energética da dieta.

A fibra em detergente ácido (FDA) apresentou comportamento linear crescente com a inclusão de aveia na dieta, em substituição ao milho. Para cada quilograma de aveia, incrementa em 0,38% o consumo de FDA. Esse resultado é explicado pela composição bromatológicas dos ingredientes, pois o grão de aveia apresenta 3,6 vezes mais FDA que o grão de milho (Tabela 1), em contrapartida, no FDN, essa relação entre os grãos diminui para 1,26, fazendo com que o ajuste quadrático para IMS refletisse em igual resposta na ingestão de FDN. Dietas com maior participação de FDA tendem a diminuir sua degradabilidade no ambiente ruminal, elevando as frações indigestíveis e implicando indisponibilidade de nutrientes para a degradação microbiana (GRANJA-SALCEDO et al., 2016). Diante disso, observa-se, pelos coeficientes de correlação, que dietas com maior participação de FDA

fizeram com que os novilhos apresentassem maior número de mastigação meréricas por bolo ($r=0,70$; $P=0,0001$) e maior tempo nessa atividade ($r=0,65$; $P=0,0001$).

Os consumos de proteína bruta (PB) e consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) apresentaram ajuste quadrático com o aumento no nível de inclusão de aveia branca, resultado atribuído à variação na ingestão de matéria seca, uma vez que os teores de PB e NDT são bastante similares entre as dietas (Tabela 2). Os coeficientes de CMS com CPB e CNDT foram respectivamente de 0,87 e 0,99 ($P<0,0001$). Observa-se que o consumo desses nutrientes foi, em média, de 1,2 e 5,09 kg/dia, respectivamente. Analisando-se as exigências nutricionais de animais não castrados em sistema de confinamento, verifica-se que os animais consumiram nutrientes para estimativa de ganho de peso de aproximadamente 1,5 kg/dia, conforme dados do Br-Corte (2016).

O tempo despendido pelos animais para a atividade de ingestão de alimentos foi similar entre os tratamentos estudados (Figura 1). Em média, os novilhos despenderam 2,3 horas com a atividade de alimentação. Bovinos não castrados, em dietas sem inclusão de volumoso, com 85% de grão inteiro de milho + 15% de núcleo, Neumann et al. (2018) observaram tempo de alimentação médio igual a 1,97 horas/dia. A alimentação é uma atividade que está estritamente relacionada com características da dieta, de modo que os animais param de consumir quando atendem suas necessidades fisiológicas, a menos que haja limitação física, com distensão da parede ruminal (MAGGIONI et al., 2009). Goularte et al. (2011) avaliaram o fornecimento de diferentes relações volumoso:concentrado para novilhos de corte: 70:30, 60:40, 50:50 e 40:60 e identificaram que, à medida que se elevava a participação de concentrado, reduzia-se em 3,625% o tempo destinado à ingestão de alimentos. Essa resposta está relacionada ao fato do aumento no nível de concentrado faz com que os animais atinjam à saciedade em um menor intervalo de tempo, pois, em média, os novilhos do presente estudo gastaram 50% menos tempo nessa atividade quando comparados à dieta contendo relação 60:40, do estudo supracitado.

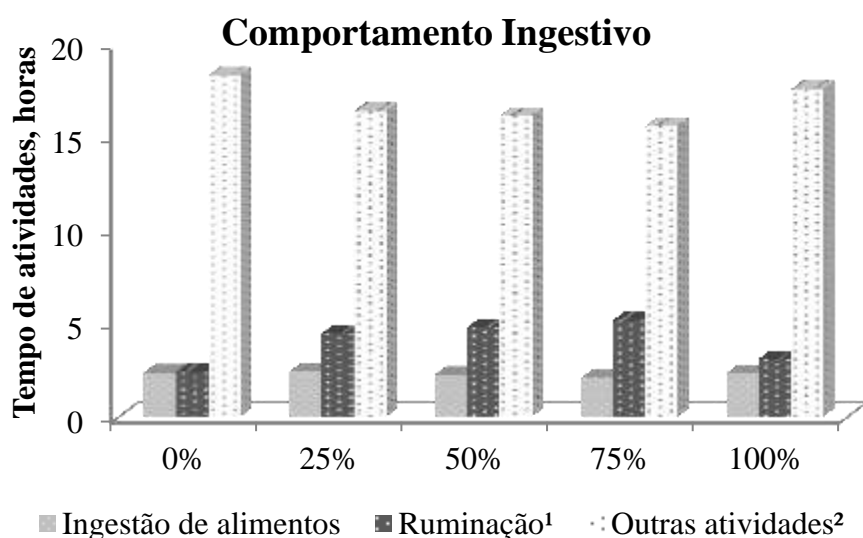
O período utilizado para ruminação variou de 2,39 a 5,17 horas/dia, ou seja, uma variação 216% entre os valores extremos (figura1). Houve efeito quadrático do nível de substituição de milho por aveia branca, com o ponto de máxima ajustado a uma dieta com 54% de grão de aveia branca. Esse resultado deve-se, possivelmente, à associação dos grãos em proporcionar melhor equilíbrio no ambiente ruminal, conforme comentado, estimulando o período destinado à ruminação em virtude da estrutura de cada grão. Adicionalmente, o tempo de ruminação seguiu a mesma tendência observada para ingestão de matéria seca e ingestão

de FDN. Resultado similar foi observado por Beauchemin et al. (1994) ao substituir o grão inteiro de milho por grãos inteiros de cevada ou trigo em dietas sem volumoso para bovinos, em que os dois últimos cereais aumentaram o tempo de ruminação, em função da estrutura física dos grãos influenciar a eficiência de mastigação dos grãos, pois o número de mastigadas ruminativas foi maior no milho.

O grão de milho possui peso específico de $1,24\text{g/cm}^3$ e o grão de aveia apresenta peso específico de $0,45\text{g/cm}^3$, além de apresentarem diferentes estruturas físicas. O grão de milho passa por processo de moagem mais eficiente durante a ruminação, por possuir pericarpo que impede a colonização microbiana e o processo de digestão dos componentes nutricionais do grão (ANTUNES et al., 2011).

Além da dissimilaridade na estrutura física dos grãos, diferenças na composição bromatológica também contribuíram para modificar o tempo de ruminação, pois, enquanto o grão de aveia possui maior teor de FDN, o grão de milho possui maior concentração de carboidratos não estruturais. Esse resultado corrobora com Carvalho et al. (2015), que observaram que cordeiros que consumiram mais FDN apresentaram maior tempo de ruminação, menor tempo de ócio e maior tempo de mastigação total, resultados semelhantes ao do presente estudo.

Figura 1 – Comportamento ingestivo de bovinos confinados sem utilização de volumoso, com substituição do grão de milho por grão de aveia branca



¹ $RT = -0,0009 * NIA^2 + 0,1,018 * NIA + 2,386$; $P < 0,0001$; $CV = 28,22$; $R^2 = 0,4763$;

² $OT = 0,0008 * NIA^2 - 0,094 * NIA + 18,312$; $P < 0,0001$; $CV = 5,41$; $R^2 = 0,5526$;

O tempo destinado à ruminação é um importante parâmetro, principalmente em confinamentos com alta participação de grãos, visto que o processo de ruminação estimula a produção de saliva, o que possui efeito positivo para manutenção da homeostase ruminal, principalmente em relação ao pH do rúmen.

O tempo destinado para outras atividades esteve inversamente relacionado ao tempo de ruminação ($r=-0,94$; $P=0,0001$), uma vez que o tempo de alimentação foi semelhante. Observa-se que novilhos alimentados, sem volumoso, com dietas contendo apenas uma matéria-prima (milho ou aveia branca) utilizaram mais tempo realizando outras atividades, com ajuste quadrático na equação de regressão, em que o ponto de mínima ocorreu com a adição de 55,49% de grão de aveia branca. Em média, as misturas de grãos proporcionaram redução no tempo gasto com outras atividades, na ordem de 2,3 e 1,6 horas/dia, em relação ao milho e à aveia branca, respectivamente.

Estudos realizados por Neumann et al. (2015), confrontando o comportamento ingestivo de novilhos alimentados com ou sem volumoso, mostrou que os novilhos alimentados com 100% de concentrado dispenderam maior tempo em atividade de ócio (19,47 h/dia) e menor para ruminação (2,75 h/dia), afirmando que tal resultado deve-se à densidade nutricional da dieta, na qual as exigências nutricionais dos novilhos foram supridas antecipadamente na dieta sem volumoso. Cabe ressaltar que a interpretação do comportamento ingestivo deve ser diferente em dietas com ou sem volumoso. Enquanto que, para dietas com volumosos, maior tempo de outras atividades representa saciedade nutricional, em dietas sem inclusão de volumosos, maior tempo de ruminação está atrelado à maior produção de saliva, auxiliando positivamente a saúde do ambiente ruminal.

Observa-se que o tempo de mastigação por bolo e o número de mastigadas meréricas por bolo apresentaram aumento linear com a adição do grão de aveia branca (Tabela 4). A cada 1% de aveia branca adicionada na dieta, houve incremento de 20% no tempo de mastigadas e em 22% o número de mastigadas por bolo. Esses resultados foram correlacionados com a ingestão de FDN ($r=0,50$; $P=0,0011$ e $r=0,51$; $P=0,0009$) e de FDA ($r=0,70$; $P=0,0001$ e $r=0,65$; $P=0,0001$) na dieta total. O número de mastigadas registradas por bolo alimentar é de suma importância em dietas com baixa participação de fibra, pois o processo de ruminação intensifica a salivação.

O maior número de ruminações e o tempo gasto em mastigadas, a cada bolo alimentar regurgitado nas dietas com maior proporção de aveia branca, sugere que as maiores concentrações de FDN e FDA do grão tendem a contribuir positivamente na adaptação dos

animais a dietas com baixa participação de fibra. Com isso, o grão de aveia branca associado ao grão de milho é um potencial ingrediente para utilização em dieta sem volumoso, com vistas a reduzir os riscos de desordens metabólicas, principalmente acidose. A acidose é um dos problemas mais preocupante em dietas de alto grão por apresentar alta fermentação ruminal, resultando em formação de ácidos láctico, que potencializa a acidez no ambiente ruminal, causando desconforto aos bovinos (BERTAGNON et al. 2017).

Tabela 4 – Atividades inerentes a ruminação de novilhos em confinamento, sem volumoso, submetidos a níveis inclusão de aveia branca em substituição ao grão de milho

Variáveis	Níveis de inclusão de aveia branca					CV (%)	P valor		
	0,0%	25%	50%	75%	100%		L	Q	C
¹ TMB, seg.	44,89	62,75	66,35	64,29	70,07	10,28	0,0001	0,0001	0,0001
² Nº mast./bolo	42	58	63	63	69	11,26	0,0001	0,0001	0,0001
³ Nº mast. diária	8.048	14.745	14.362	16.672	10.316	28,68	0,0805	0,0001	0,0001
⁴ Nº bolo/dia	168	260	245	269	145	31,83	0,7969	0,0005	0,0009

CV= Coeficiente de variação (%); L- Linear; Q- Quadrática; C- Cúbica.

¹Tempo de mastigadas por bolo= $0,200 \cdot \text{NIA} + 52,458$; $R^2=0,5168$;

²Mastigadas por bolo= $0,223 \cdot \text{NIA} + 48,358$; $R^2=0,5380$;

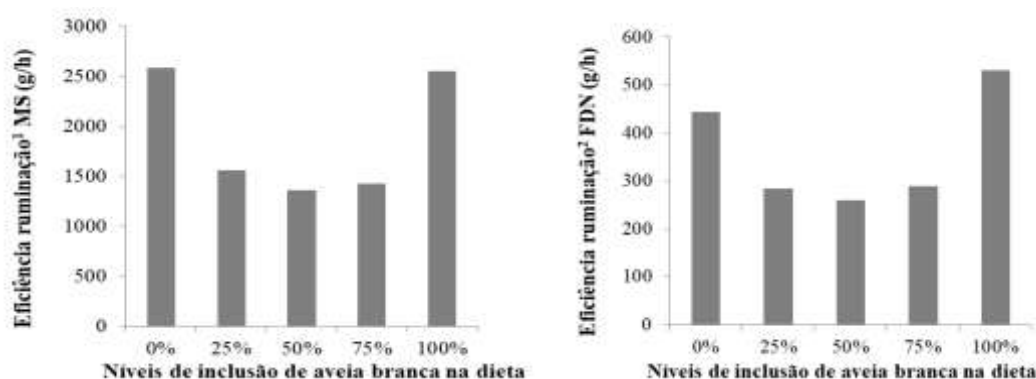
³Mastigação diária= $-2,510 \cdot \text{NIA}^2 + 290,408 \cdot \text{NIA} + 7550,710$; $R^2=0,4777$;

⁴Bolos mastigados por dia= $-0,038 \cdot \text{NIA}^2 + 3,763 \cdot \text{NIA} + 169,544$; $R^2=0,3900$.

O número de mastigadas ruminativas diárias e número de bolos regurgitados diariamente apresentaram comportamento quadrático na equação de regressão (Tabela 4). Tal fato está correlacionado com o tempo dispendido para ruminação ($r=0,92$; $P=0,0001$). O número de mastigadas ruminativas diárias e o número de bolos diários apresentaram ponto de máxima quando se substituiu o milho por aveia na proporção de 57,28 e 48,33%, respectivamente. Diante desses resultados, observam-se valores próximos aos pontos de máxima eficiência relacionados à ingestão total de matéria seca (60,75%) e tempo total de ruminação (54,73%). A associação dos ingredientes, possivelmente, promoveu melhor sincronismo na degradação dos nutrientes, proporcionando aos animais melhor conforto em relação à estabilidade no ambiente ruminal. Missio et al. (2009) avaliaram o comportamento ingestivo de bovinos terminados em confinamento com diferentes níveis de concentrado na dieta (22; 40; 59 e 79%). Os autores identificaram que, à medida que incrementava a proporção de concentrado, reduzia o número de mastigadas diárias e números de bolos mastigados diariamente. Tais resultados estão associados com a redução do consumo de matéria seca, refletindo em menor ingestão de FDN.

Na Figura 2, constata-se que as eficiências de ruminação tanto de matéria seca quanto de FDN apresentaram comportamento quadrático, sendo que as dietas sem associação dos grãos apresentam melhores eficiências de ruminação. Tais resultados são reflexos de uma possível compensação desses animais por ruminar menos tempo e também por ingerir menos alimentos. Tais resultados corroboram a pesquisa de Beauchemin et al. (1994), que citam que bovinos que ruminam por menos tempo apresentam maior eficiência na ruminação. Logo, avaliar a eficiência de ruminação de bovinos em dieta sem inclusão de volumoso torna-se importante para identificar quais mecanismos de adaptação os animais utilizam perante essas dietas.

Figura 2 – Eficiência de ruminação da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN) de novilhos confinados sem utilização de volumoso, com substituição do grão de milho por grão de aveia branca



¹ER MS=0,503*NIA²-53,28*NIA+2715,51; P<0,0001; CV=34,80; R²=0,4668;

²ER FDN=0,092*NIA²-8,917*NIA+467,18; P<0,0001; CV=35,11; R²=0,4392 ;

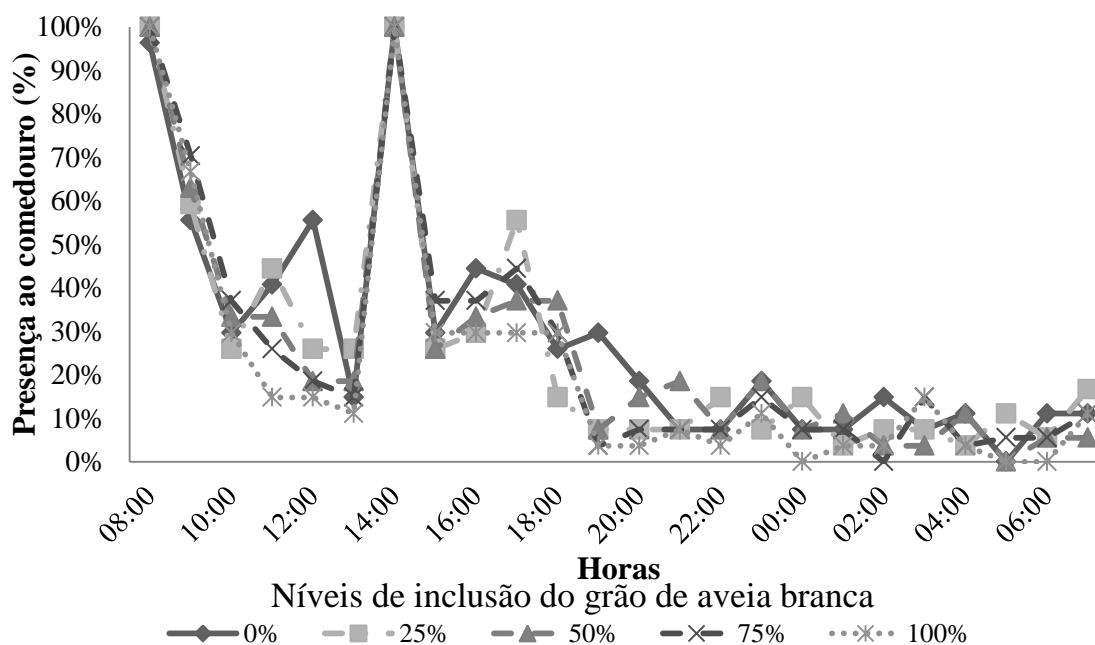
Os pontos de mínima eficiência de ruminação de MS e FDN ajustaram-se em níveis de 52,7 e 48,36% de grão de aveia branca, respectivamente. Tais pontos são observados como resposta inversa ao tempo de ruminação total e número de mastigadas ruminativas diárias. A eficiência de ruminação é definida em razão do volume de matéria seca ingerido pelo período gasto no processo de ruminação. Assim, em dietas sem utilização de volumoso, a maior eficiência não é almejada, visto que, para elevar a eficiência de ruminação, ou os novilhos devem consumir menor quantidade de nutrientes ou reduzir o tempo de ruminação, sendo que essa característica é observada em razão da alta densidade energética das dietas sem utilização de volumosos. Sob esse aspecto, a maior eficiência de ruminação foi observada quando os novilhos foram alimentados com apenas um dos grãos na fração energética, pois, nessas

dietas, foram constatadas redução na ingestão total na matéria seca (Tabela 3) e menor tempo dispendido para a ruminação (Figura 1).

Observa-se, na Figura 3, que ocorreram dois picos de alimentação bem definidos, coincidindo com os horários de fornecimento da dieta (8 e 14 h). Destaca-se também que, nesses momentos, todos os animais estavam presentes ao comedouro, e o tempo dispendido para ingestão de alimentos foi semelhante aos tratamentos. A ocorrência desses picos de alimentação está em acordo com a literatura (COZZI; GOTTARDO, 2005; SILVA et al., 2014), fruto de um condicionamento dos animais a dirigir-se ao comedouro nos momentos em cada os tratadores fornecem a dieta.

Todavia, fora os horários de alimentação, os animais submetidos à alimentação com 0% de grão de aveia branca apresentaram maior oscilação na visita ao comedouro com maior frequência. Dois motivos contribuíram para tal comportamento: a diferença no peso específico dos grãos, que diminui o tamanho do bocado na dieta com milho, conforme Beauchemin et al. (1994), e a maior degradabilidade ruminal do milho, que afeta a proporção de ácidos orgânicos formados no rúmen, reduzindo o pH do meio.

Figura 3 – Presença diária dos animais ao comedouro (%), em dieta sem volumoso, com substituição do grão de milho por grão de aveia branca



Aumentar a frequência de visitas ao comedouro pode ter sido um mecanismo adaptativo dos novilhos que consumiram milho, no intuito de manter a estabilidade do pH ruminal, uma vez que esses foram os animais que menos ruminaram (Figura 1). Silva et al.

(2018), avaliando a frequência de fornecimento de uma dieta com 86% de concentrado, identificaram que animais submetidos a um trato diário supostamente aprenderam a controlar a ingestão para manutenção do equilíbrio ruminal.

Bovinos alimentados com 100% de grão de aveia branca apresentaram menor ingestão de matéria seca diante das misturas (Tabela 3). Em relação à presença ao comedouro, observa-se que esses animais apresentaram comportamento semelhante até as 18 h. Após esse período, os novilhos alimentados com aveia branca diminuíram mais intensamente a presença ao comedouro.

De maneira geral, percebe-se que o ato de fornecimento da dieta estimula o consumo. Além disso, ao longo de 24h há marcante presença diurna ao comedouro se comparado ao período noturno. Se distribuídos por turnos, é possível observar que os períodos de alimentação foram divididos em 50% no período matutino, 42% no vespertino e apenas 8% no período noturno.

CONCLUSÃO

A substituição do grão de milho por grão de aveia branca em níveis de 50 a 60% proporciona aos bovinos máxima ingestão, maior período de ruminação e melhores condições de ruminação, assim como reduz a eficiência de ruminação, sendo positivo para confinamentos sem utilização de volumoso.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, R. C.; RODRIGUEZ, N. M.; SALIBA, E. de O. S. Metabolismo dos carboidratos não estruturais. In: BERCHIELLI et al. (Orgs.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2011. p. 239-263.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the Association Analytical Chemists**, 18th ed. Gaithersburg, MD, USA, 2005.

BARBER, W. P. B. et al. New methods of feed evaluation. In: HARESIGN, W.; COLE, D. J. A. (Eds.) **Recent advances in animal nutrition**. London: Butterworths. 1984. p. 161-176.

BEAUCHEMIN, K. A. et al. Effects of mastication on digestion of whole cereal grains by cattle. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 236-246, 1994. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8138495>>. Acesso em: 13 nov. 2018.

BERTAGNON, H. G. et al. Benefícios dos alcaloides isoquinolínicos no sistema imune de garrotes alimentados com dieta de alto grão. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 15, n. Suppl 2, p. 655-656, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/index.php/cienciaanimal/article/view/18105/17361>>. Acesso em: 02 set. 2018.

BEVANS, D. W. et al. Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 1116-1132, 2005. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15827257>>. Acesso em: 12 out. 2018.

BURGER, P. J. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 236-242, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v29n1/5754.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2018.

CARVALHO, S. et al. Efeito de dietas de alto grão sobre o comportamento ingestivo de cordeiros em confinamento. **Zootecnia Tropical**, v. 33, n. 2, p. 145-152, 2015. Disponível em: <http://www.sian.inia.gob.ve/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt3302/pdf/zt3302_carvalho.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2018.

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. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/26004/23203>>. Acesso em: 29 dez. 2018.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira (CONAB). **Relatório de acompanhamento de safra 2018/2019**, v. 6, n.1, outubro de 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/monitoramento-agricola>>. Acesso em: 14 dez. 2018.

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. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v52n5/1678-3921-pab-52-05-00355.pdf>>. Acesso em: 9 dez. 2018.

COZZI, G.; GOTTARDO, F. Feeding behaviour and diet selection of finishing Limousin bulls under intensive rearing system. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 91, p. 181-192, 2005. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168159104002448>>. Acesso em: 17 nov. 2018.

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

GALYEAN, M. L. et al. Performance of feedlot steers fed diets containing laidlomycin propionate or monensin plus tylosin, and effects of laidlomycin propionate concentration on intake patterns and ruminal fermentation in beef steers during adaptation to a high concentrate diet. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 2950-2958, 1992. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1429270>>. Acesso em: 17 maio 2018.

GOMES, R. da C. et al. Leveduras vivas e monensina em dietas de alto concentrado para bovinos: parâmetros ruminais e degradabilidade “in situ”. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://revistas.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/1524/952>>. Acesso em: 7 ago. 2018.

GONÇALVES, A. L. et al. Padrão nictemeral do pH ruminal e comportamento alimentar de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes relações volumoso: concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1886-1892, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n6/7318.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2018.

GOULARTE, S. R. et al. Comportamento ingestivo e digestibilidade de nutrientes em vacas submetidas a diferentes níveis de concentrado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 2, p. 414-422, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v63n2/20.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2018.

GRANJA-SALCEDO, Y. T. et al. Effect of different levels of concentrate on ruminal microorganisms and rumen fermentation in Nellore steers. **Archives of animal nutrition**, v. 70, n. 1, p. 17-32, 2016. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1745039X.2015.1117562?journalCode=gaan20>>. Acesso em: 15 jul. 2018.

JOHNSON, T. R.; COMBS, D. K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 933-944, 1991. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1649204>>. Acesso em: 30 set. 2018.

MAGGIONI, D. et al. Ingestão de alimentos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 4, p.963-974, 2009. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744094025.pdf>>. Acesso em: 08 ago. 2018.

MEHREZ, A. Z.; ORSKOV, E. R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feed in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, v. 88, n. 3, p. 645-650, 1977. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=GB19780250648>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

MISSIO, R. L. et al. Desempenho e avaliação econômica da terminação de tourinhos em confinamento alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 7, p. 1309-1316, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v38n7/v38n7a21.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2018.

NAGAJARA, T. G. TIGEMEYER, E. C. Ruminal acidosis in beef cattle: The current microbiological and nutritional outlook. **Journal of Dairy Science**, v. 90 E. suppl, p. E17-

38, 2007. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17517750>>. Acesso em: 30 ago. 2018.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle. 5 ed.** Washington, DC.: National Academy of Sciences, 2000.

NEUMANN, M. et al. Desempenho, digestibilidade da matéria seca e comportamento ingestivo de novilhos holandeses alimentados com diferentes dietas em confinamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1623-1632, 2015. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/16589/16413>>. Acesso em: 24 out. 2018.

NEUMANN, M. et al. Xylanase: complex efficacy in high-energy diet for bulls finished in feedlot. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v. 40, e-37321, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/asas/v40/1807-8672-asas-40-e37321.pdf> Acesso em: 08 nov. 2018.

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. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037784011400279X>>. Acesso em: 22 mar. 2018.

OLIVEIRA, K. M. et al. Ingestive behavior of dairy cattle fed crambe bran. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 2, p. 439-447, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v68n2/0102-0935-abmvz-68-02-00439.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2018.

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. Disponível em: <<http://www.ojs.ufpi.br/index.php/rcpa/article/view/2169/1505>>. Acesso em: 15 jul. 2018.

RUSSELL, J. R.; SEXTEN, W. J.; KERLEY, M. S. Effect of corn inclusion on soybean hull-based diet digestibility and growth performance in continuous culture fermenters and beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 7, p. 2919-2926, 2016. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27482678>>. Acesso em: 3 ago. 2018.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S., et al. Effect of bunk management on feeding behavior, ruminal acidosis and performance of feedlot cattle: a review. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 81 (E. Suppl. 2):E149–E158. 2003. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/81/14_suppl_2/E149/4789904>. Acesso em: 3 ago. 2018.

SILVA, J. et al. Feedlot performance, feeding behavior and rumen morphometrics of Nelore cattle submitted to different feeding frequencies. **Scientia Agricola**, v. 75, n. 2, p. 121-128, 2018. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v75n2/0103-9016-sa-75-02-0121.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2018.

SILVA, V. S. et al. Sources of carbohydrates in the ingestive behavior of feedlot steers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 5, p.273-277, 2014. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v43n5/1516-3598-rbz-43-05-00273.pdf>>. Acesso em: 08 set. 2018.

SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II- Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v. 70, p. 3562-3577, 1992. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1459919>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991. Disponível em: <<http://webpages.icav.up.pt/ptdc/CVT/098487/2008/Van%20Soest,%201991.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2018.

4 DISCUSSÃO

O Brasil é o maior exportador de carne bovina no mundo e abateu 39,2 milhões de cabeças em 2017, destas 12,5% foram oriundas de confinamento. O confinamento será uma tendência na terminação dos bovinos, visto que o meio rural está sendo pressionado a incrementar a produtividade. Dentre as modalidades de confinamento, a terminação com dietas exclusivamente com grãos vem sendo difundida e torna-se mais uma técnica muitas vezes viável a ser explorada. Porém, alguns detalhes cruciais vão determinar o sucesso deste sistema de terminação. Entre eles destacam-se a seleção dos animais, manejo sanitário, adaptação dos animais ao manejo alimentar, matéria prima utilizada na dieta (grãos e núcleos), assim como, a avaliação bioeconômica da terminação.

Em relação à seleção dos animais, cabe ressaltar que animais mais jovens são mais eficientes, portanto, a idade é um aspecto a ser considerado. Recomenda-se também que o peso ao início do confinamento permita a retirada dos animais em menor tempo possível, pois este tipo de dieta altera a fisiologia digestiva dos bovinos e longos períodos de confinamento não são interessantes, além disso, longos períodos podem comprometer a economicidade do sistema. Sabe-se que a terminação é a fase em que o produtor despense maior investimento. Nesse sentido, para obter sucesso financeiro, o gestor rural deve proporcionar condições de meio para que os novilhos expressem o máximo do seu desempenho produtivo até atingirem peso e acabamento adequados, quando devem ser comercializados.

Os dados do presente trabalho demonstram a importância da seleção de categorias animais que respondem bem a este tipo de alimentação, pois vacas, por exemplo, possuem pior conversão alimentar e novilhas têm um maior custo energético por apresentar rápida deposição de gordura sem atingir peso elevado para abate. Embora os novilhos avaliados neste estudo apresentem peso de entrada abaixo do recomendado para dietas de alto grão (≥ 300 kg), eram animais que se beneficiaram de aspectos relevantes para boa resposta produtiva, como: a heterose resultante do cruzamento, a testosterona, como anabolizante natural por serem não castrados e o valor energético e proteico das dietas sem limitações no balanço de nutrientes. Na sua maioria, os bovinos que vão ingressar em confinamento são oriundos de alimentação à base de pastagens, em que, a ingestão de matéria seca era limitada pelo consumo de fibra (limitação física), porém em dietas de alta densidade energética, o consumo é limitado pela ingestão de nutrientes (limitação fisiológica). Portanto, com essa brusca mudança de alimentação, o manejo da adaptação alimentar será de suma importância

para o desempenho futuro dos animais. Pode-se recomendar a adaptação por 14 dias pelos, com aumento gradual no fornecimento de concentrado que se inicia em 60% da dieta, com base na matéria seca. Percebe-se que independentemente da dieta todos os lotes apresentaram respostas produtivas satisfatórias no período de confinamento (CAPÍTULO 1). Além disso, é possível observar que a associação dos grãos de milho e de aveia branca proporcionou aos animais maior ingestão de matéria seca, contribuindo de forma positiva no consumo de nutrientes.

Cada ingrediente contribui de forma singular na alimentação de bovinos, e a associação dos mesmos proporciona um sincronismo na taxa de degradação, favorecendo o desempenho produtivo dos mesmos. Alguns trabalhos em que testaram alimentos isolados e suas misturas e identificaram efeito positivo da associação dos mesmos. O fato de ofertar mais de uma matéria-prima na dieta, com diferentes frações de proteínas, carboidratos e teores de fibra fisicamente efetiva, influenciam na manutenção de pH ruminal em níveis adequados, na taxa de passagem e na digestibilidade das dietas. A associação permite uma homeostase no ambiente ruminal mesmo com maior concentração de ácidos graxos de cadeia curta.

O desempenho produtivo dos animais é reflexo do consumo de nutrientes, nesse sentido, animais submetidos às dietas contendo grão de milho e de aveia branca apresentaram maior ganho de peso. Observou-se também que novilhos alimentados exclusivamente com grão de aveia branca na fração energética (85%) permaneceram por um maior período em confinamento para atingir peso e condição corporal para o abate. Em consequência desta resposta, pode-se recomendar dieta somente com aveia branca + núcleo, porém seria necessário utilizar animais de maior peso inicial, uma vez que o ganho de peso desses novilhos de 1,447 kg/dia. De modo geral, em termos de eficiência recomenda-se a associação de grãos e milho e aveia branca, porém todos os lotes apresentaram ganhos de pesos elevados, fruto de uma boa adaptação, do cruzamento, da testosterona e da qualidade da matéria prima utilizada no confinamento.

O elevado desempenho produtivo observado proporcionou ótimas eficiências biológicas, sendo esta característica de suma importância aos confinadores. Observa-se que os animais apresentaram uma conversão alimentar de 3,58 a 4,78 kg MS/kg PV. Em sistema de terminação tradicional (pastagem ou confinamento com volumosos) possivelmente esses valores iam se duplicar e ainda seriam considerados bons. Em confinamentos comerciais com dificuldades de mensuração diária de ingestão de matéria seca, outra maneira de identificar a eficiência biológica é a relação de Kleiber e Taxa de crescimento relativo, pois são capazes de

serem calculadas em função do peso inicial, peso final, ganho médio diário e período de confinamento. Essas duas características foram beneficiadas pelo sinergismo da combinação dos grãos de aveia branca e milho, justificando mais uma vez a recomendação da mistura de grãos para confinamentos sem volumoso. Além da resposta produtiva, uma preocupação com dietas que desafiam os bovinos, em função do baixo teor de fibra, é o estudo do comportamento ingestivo dos mesmos.

Nesse sentido, o Capítulo 2 demonstra algumas variáveis relacionadas ao comportamento ingestivo de novilhos terminados em dietas sem inclusão de volumoso. Observa-se uma similaridade de respostas entre os dois capítulos, com inclusão de diferentes níveis de aveia branca. Animais alimentados com a mistura entre os grãos de milho e aveia branca permaneceram por maior período nas atividades de ruminação e menor período em outras atividades. Maior tempo de ruminação é bastante desejável neste tipo de dietas, por auxiliar na produção de saliva que possui função tamponante no rúmen, além de ser indicativo de funcionamento do trato gastrintestinal. O tempo despendido com alimentação não foi afetado pelas dietas, visto que os grãos apresentam certa similaridade em relação aos teores de matéria seca. O que vale destacar é que a maior participação de aveia branca incrementou o número e o tempo de mastigadas por bolo. Esse resultado pode estar relacionado com ao teor de fibra da aveia branca ser superior ao do milho, ou simplesmente, uma resposta adaptativa do animal às dietas desafiadoras.

Em dietas sem utilização de volumoso, é interessante que os alimentos apresentem uma menor taxa de passagem no ambiente ruminal, nesse sentido a eficiência de ruminação é uma característica importante a ser avaliada. Quando menor a eficiência de ruminação melhor é nas dietas sem volumosos, pois ou o animal permaneceu por um maior tempo em ruminação ou apresentou maior ingestão de matéria seca.

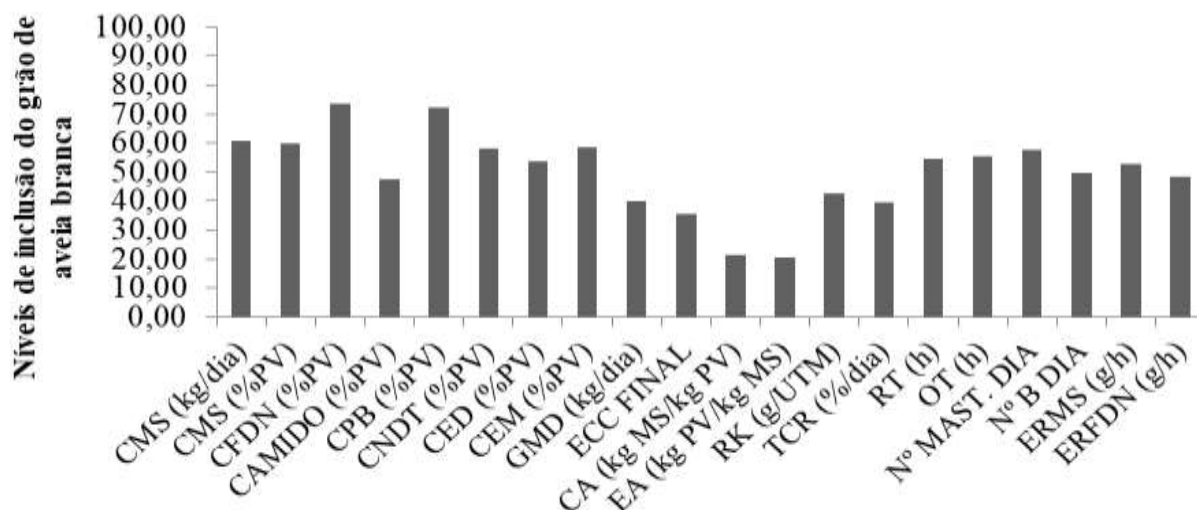
Outro fato interessante a ser avaliado nesse sistema é a flutuação na ingestão de matéria seca, pois o animal só vai procurar alimento quando apresentar boas condições sanitárias e metabólicas. Uma das principais características da não adaptação dos animais em dietas sem volumosos é o “refugo de cocho” no qual é considerado aquele animal em que não se interessa a alimentação e não busca alimentos. Nesse sentido, a oscilação é uma característica de fácil identificação e que permite ao tratador agir de forma preventiva a determinados problemas metabólicos.

Novilhos de corte não castrados quando alimentados com dietas contendo grão de milho associado ao grão de aveia branca apresentam melhores respostas produtivas,

biológicas e comportamentais, em relação aos grãos isoladamente na fração energética. Para cada variável que apresentou comportamento quadrático ajustado na equação de regressão, foi identificado o ponto de máxima ou de mínima inclusão de aveia branca (Figura 1). Logo, observa-se que dependendo das características pretendidas pelo gestor rural, possui determinado ponto de melhor resposta à substituição do milho pela aveia branca.

A maior limitação da adoção de dietas sem volumosos está relacionada aos custos de alimentação, visto que as matérias-primas utilizadas sofrem grandes oscilações de preço, decorrente a oferta e demanda dos produtos. Nesse sentido, o estudo de alimentos alternativos ao grão de milho é importante para gerar mais informações técnicas e científicas, que irão auxiliar o gestor durante o planejamento de um confinamento. O reflexo da inclusão do grão de aveia branca, em substituição ao grão de milho na alimentação sem volumosos para novilhos está sumarizado na Figura 1.

Figura 1- Pontos de máxima para a inclusão do grão de aveia branca, em substituição ao milho para cada característica produtiva, biológica e comportamental. *Variáveis CA; OT; ERMS e ERFDN indicam pontos de mínima.



Cabe ressaltar que os pontos de melhores respostas na conversão ou eficiência alimentar encontram-se próximos a 20% de inclusão do grão de aveia branca, ao passo que a máxima ingestão de matéria seca foi alcançada com 73% de aveia branca. À medida que se incrementa a inclusão de grão de aveia, se eleva a ingestão de matéria seca e dos nutrientes

até determinado ponto, mas não reflete em maior desempenho produtivo, pois o máximo ganho de peso foi quando se adicionou 40% do grão de aveia branca.

Embora, esperasse-se que quanto maior a participação de aveia branca melhor seria a resposta comportamental pelo perfil deste grão, tal resultado não foi observado. Incluir aveia branca até valores entre 50 e 60% é interessante para estimular a ruminação e elevar o número de mastigadas por bolo alimentar. Tais respostas são reflexos do ajuste quadrático do consumo de FDN (Figura 1), carreado por resposta semelhante na ingestão de matéria seca. As diferenças nos teores de FDN e FDA e as diferenças nas constituições físicas dos grãos também contribuíram para alterar o comportamento ingestivo, com efeito positivo da associação dos grãos.

De maneira geral, níveis de substituição do grão de milho por grão de aveia branca, entre 40 até 60%, são os pontos que apresentaram melhores respostas no desempenho animal, na transformação dos alimentos em produto animal e no comportamento ingestivo de novilhos não castrados alimentados sem volumoso.

5 CONCLUSÃO

A terminação de bovinos de corte em dietas sem utilização de volumosos é uma alternativa viável a ser utilizada na terminação de bovinos de corte. A substituição parcial do grão de milho por grão de aveia branca proporciona aos animais melhores respostas produtivas, biológicas e comportamentais.

A substituição do grão de milho por aveia branca em níveis próximos a 40% maximiza o desempenho animal e a eficiência de transformação dos alimentos em peso vivo. Em relação ao comportamento ingestivo e à eficiência de ruminação, a adição do grão de aveia branca na proporção de 50 até 60% apresentaram melhores respostas comportamentais.

Nesse sentido, a proporção ideal do grão de aveia branca será na faixa de 40 até 60% de substituição ao grão de milho. A determinação de maior ou menor inclusão de aveia branca deve ser levada em conta a oferta do produto e o custo total da dieta.

REFERÊNCIAS

- ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Perfil da pecuária no Brasil**: Relatório anual 2017. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/Sumario.aspx>>. Acesso em: 19 fev. 2018.
- AGUIAR, A. C. S. et al. Desempenho de bovinos de corte alimentados com dieta de alto grão de milho. **ANAIS SIMPAC**, v. 5, n. 1, 2015. Disponível em: <<https://academico.univicoso.com.br/revista/index.php/RevistaSimpac/article/view/131/292>>. Acesso em: 23 jun. 2018.
- ALBRIGHT, J. L. Nutrition and feeding calves: Feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, New York, v.76, n.2, p.485-498, 1993.
- ARGENTA, F. M. **Grãos inteiros de milho, aveia branca ou arroz com casca na terminação de bovinos confinados**: desempenho e comportamento ingestivo. 2015. 97 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.
- AZEVEDO, J. A. G. et al. Regulação e predição de consumo de matéria seca. In: VALADARES FILHO, S. DE C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. (Orgs.). **Exigências Nutricionais de Zebuinos Puros e Cruzados**. 2. ed. Viçosa: Suprema Gráfica LTDA, 2010. p. 15-44. 2 v.
- BAPTISTA, F.; MOREIRA, E. C. Causas de condenação de fígados bovinos em frigorífico de Minas Gerais e perdas econômicas associadas. **Revista Higiene Alimentar**, v. 13, n. 62, p. 22-28, 1999. Disponível em: <<http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=239656&indexSearch=ID>>. Acesso em: 13 jun. 2018.
- BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. de. **Nutrição de Ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal, SP: Ed. da FUNEP, 2011.
- BEVANS, D. W. et al. Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 1116-1132, 2005. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15827257>>. Acesso em: 12 out. 2018.
- BORGES, C. A. de 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, n. supl 1, p. 2011-2020, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/314442815_Substituicao_de_milho_grao_inteiro_por_aveia_preta_grao_no_desempenho_de_cordeiros_confinados_recebendo_dietas_com_alt_o_grao>. Acesso em: 30 jul. 2018.
- BURGER, P. J. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-242, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v29n1/5754.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2018.

- BROWN, M. S.; PONCE, C. H.; PULIKANTI, R. Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: Performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. suppl_13, p. E25-E33, 2006. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16582090>>. Acesso em: 23 ago. 2018.
- BUNGENSTAB, E. J.; CARVALHO, J. B. de; SABBAG, O. J. Avaliação de custos em confinamento de bovinos de corte no Brasil. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, v. 38, p. 1514-1516, 2001.
- CALLEGARO, A. M. **Dietas de alto grão no comportamento, desempenho e qualidade de carne de novilhos confinados**. 2014. 207 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Pós Graduação em Zootecnia, RS, 2014.
- CARDOSO, E. O. et al. Influência do sexo no desempenho, característica de carcaça e viabilidade econômica de bovinos alimentados com dieta de alto grão. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4Supl., p. 2643-2654. 2014. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/14545>>. Acesso em: 4 ago. 2018.
- CARVALHO, S. et al. Efeito de dietas de alto grão sobre o comportamento ingestivo de cordeiros em confinamento. **Zootecnia Tropical**, v.33, n.2, p.145-152, 2015. Disponível em: <http://www.sian.inia.gov.ve/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt3302/pdf/zt3302_carvalho.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2018.
- CHOAT, W. T. et al. Effects of restricted versus conventional dietary adaptation on feedlot performance, carcass characteristics, site and extent of digestion, digesta kinetics, and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 2726-2739, 2002. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12413096>>. Acesso em: 10 ago. 2018.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira (CONAB). **Relatório de acompanhamento de safra 2018/2019**, v. 6, n.1, Outubro de 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/monitoramento-agricola>>. Acesso em: 14 dez. 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. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19251922>>. Acesso em 14 nov.2018.
- COSTA, M. A. L. et al. Desempenho, digestibilidade e características de carcaça de novilhos zebuínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 268-279, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbz/v34n1/24540.pdf>>. Acesso em:15 ago. 2018.
- 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, p. 45-54, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-99402016000100045>. Acesso em: 12 maio 2018.

DILORENZO, Terry A. et al. A qualitative investigation of adaptation in older individuals with multiple sclerosis. **Disability and rehabilitation**, v. 30, n. 15, p. 1088-1097, 2008. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19230131>>. Acesso em: 11 maio 2018.

FATURI, C. et al. Fibra solúvel e amido como fontes de carboidratos para terminação de novilhos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 2110-2117, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982006000700031&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 20 jun. 2018.

FORBES, J. M.; PROVENZA, F. D. Integration of learning and metabolic signals into a theory of dietary choice and food intake. **Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction**, p. 3-19, 2000. Disponível em: <https://digitalcommons.usu.edu/wild_facpub/1733/>. Acesso em: 20 jun. 2018.

GERON, L. J. V. et al. Consumo de nutrientes de tourinhos confinados alimentados com rações de alto concentrado contendo co-produtos agroindustriais. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v.8, p. 31-44, 2010. Disponível em: <http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol8/4_artigo_v8.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2018.

GODOI, L. A. **Avaliação nutricional em bovinos Nelore alimentados com dietas contendo alta concentração de amido**. 2017. 85 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.

GÓMEZ, L. M.; POSADA, S. L.; OLIVEIRA, M. Starch in ruminant diets: a review. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. 29, p.77-90, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902016000200077>. Acesso em: 20 jun. 2018.

GONÇALVES, A. L. et al. Padrão nictemeral do pH ruminal e comportamento alimentar de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes relações volumoso: concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1886-1892, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n6/7318.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2018.

GONÇALVES, J. R. S. et al. Substituição do grão de milho pelo grão de milheto em dietas contendo silagem de milho ou silagem de capim-elefante na alimentação de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 9, p. 2032-2039, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982010000900023&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 14 maio 2018.

GOULARTE, S. R. et al. Comportamento ingestivo e digestibilidade de nutrientes em vacas submetidas a diferentes níveis de concentrado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 2, p. 414-422, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v63n2/20.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2018.

GRANDINI, D. Dietas de milho inteiro sem fonte de volumoso para bovinos confinados. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 2., 2009. **Anais...** Botucatu: FCA-UNESP-FMVZ, p. 90-102, 2009.

HRISTOV, A. N. et al. Fermentation characteristics and ruminal ciliate protozoa populations in cattle fed medium or high-concentration barley-based diets. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 515-525, 2001. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11219463>>. Acesso em: 29 maio 2018.

HUNTINGTON, G. B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 852-867, 1997. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9078506>>. Acesso em: 13 jun. 2018.

JESUS T. L., et al. Avaliação do custo do ganho do quilo de peso vivo em protocolos de adaptação com dietas de alto teor concentrado para bovinos nelore em confinamento. **Revista Veterinária Zootecnia**, v. 21, p. 556-568, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/276086470_Avaliacao_do_Custo_do_Ganho_do_Kilo_de_Peso_Vivo_em_Protocolos_de_Adaptacao_com_Dietas_de_Alto_Concentrado_para_Bovinos_Nelore_em_Confinamento>. Acesso em: 05 agosto 2018.

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. 55 f. Monografia (Pós-Graduação em Ciência animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

KLOPFENSTEIN, T. J. ; ERICKSON, G. E. ; BREMER, V. R. Use of distillers by-products in the beef cattle feeding industry. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 1223-1231, 2008. Disponível em: <<https://www.feedipedia.org/node/7807>>. Acesso em: 05 outubro 2018.
KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2017.

KRAUSE, K. M.; OETZEL, G. R. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: a review. **Animal feed science and technology**, v. 126, n. 3-4, p. 215-236, 2006. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840105003196>>. Acesso em: 30 jun. 2018.

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. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/veterinary/article/view/5125>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

LECHTENBERG, K. F.; SMITH, R. A.; STOKKA, G. L. Feedlot health and management. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, v. 14, n. 2, p. 177-197, 1998.

MACALLISTER, T. A.; CHENG, K. J. Microbial strategies in the ruminal digestion of cereal grains. **Animal Feed Science Technology**, v. 62, p. 29-36, 1996. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840196010036>>. Acesso em: 24 ago. 2018.

MACHADO, F. S. et al. **Emissões de metano na pecuária: conceitos, métodos de avaliação e estratégias de mitigação**. Embrapa Gado de Leite Documentos, 147. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2011.

MATHISON, G. W. Effects of processing on the utilization of grain by cattle. **Animal Feed Science Technology**, v. 58, p.113-125, 1996. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0377840195008780>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

MILLEN, D. D. et al. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.87, n.10, p.3427-3439, 2009. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19574564>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

MISSIO, R. L. et al. Desempenho e avaliação econômica da terminação de tourinhos em confinamento alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 7, p. 1309-1316, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982009000700021>. Acesso em: 15 jul. 2018.

MORGAN, C. A.; CAMPLING, R. C. Chewing behaviour of hay-fed cows given supplements of whole barley and oats grain. **Journal of Agricultural Science**, v. 91, p. 415-418, 1978.

MORO, G. **Processamento do milho ou sorgo em dietas de alto grão, na terminação de mestiços leiteiros**. 2015. 105 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

MOURÃO, R. C. et al. Processamento do milho na alimentação de ruminantes. **Pubvet** (online), v. 6, n. 5, 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/282252592_Processamento_do_milho_na_alimentacao_de_ruminantes>. Acesso em: 10 ago. 2018.

NAGAJARA, T. G.; TIGEMEYER, E. C. Ruminal acidosis in beef cattle: The current microbiological and nutritional outlook. **Journal of Dairy Science**, v. 90 E. supplm, p. E17-38, 2007. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17517750>>. Acesso em: 20 jun 2018.

NAGARAJA, T. G.; CHENGAPPA, M. M. Liver abscesses in feedlot cattle: a review. **Journal of animal science**, v. 76, n. 1, p. 287-298, 1998. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9464910>>. Acesso em: 20 jun 2018.

NAGARAJA, T. G.; CHENGAPPA, M. M. Liver abscesses in feedlot cattle: a review. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 287-298, 1998. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/46117060_Disturbios_metabolicos_por_manejo_alimentar_inadequado_em_ruminantes_novos_conceitos>. Acesso em: 20 ago. 2018.

NICODEMO, M. L. F. **Documentos EMBRAPA: Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte**. Campo Grande. EMBRAPA, 2001.

NOCEK, J. E. Bovine acidosis: implications in laminitis. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 5, p. 1005-1028, 1997. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9178142>>. Acesso em: 3 jun. 2018.

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. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037784011400279X>>. Acesso em: 22 mar. 2018.

OLIVEIRA, T. E. de et al. Agricultural land use change in the Brazilian Pampa Biome: The reduction of natural grasslands. **Land Use Policy**, v. 63, p. 394-400, 2017. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837716309978>>. Acesso em: 29 maio 2018.

OLIVEIRA, V. S.; SANTANA NETO, J. A.; VALENÇA, R.L. Características químicas e fisiológicas da fermentação ruminal de bovinos em pastejo – revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, n. 20, 2013. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/302966469_CHEMICAL_AND_PHYSIOLOGICAL_CHARACTERISTICS_OF_RUMEN_FERMENTATION_IN_GRAZING_CATTLE_-_REVIEW>. Acesso em: 3 ago. 2018.

OWENS, F. N., GOETSCH, A. L. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D. C. **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: O & Books Inc. 1988. p. 146-171.

PAULINO, P. V. R. et al. Dietas sem forragem para terminação de animais

ruminantes. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 15, p. 161-172, 2014. Disponível em: <<http://www.absantaines.com.br/wp-content/uploads/2014/06/Dieta-sem-forragem.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2018.

PAULO, R. E. C.; RIGO, J. E. Dietas com milho grão inteiro como alternativa em confinamento sem volmoso. **Caderno de pós-graduação da FAZU**, v. 3, 2012. Disponível em: <<http://www.fazu.br/ojs/index.php/posfazu/article/viewFile/510/380>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

PENNER, G. B.; BEAUCHEMIN, K. A.; MUTSVANGWA, T. An evaluation of the accuracy and precision of a stand-alone submersible continuous ruminal pH measurement system. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 2133-2140, 2006. Disponível em:

<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16702280>>. Acesso em: 23 maio 2018.

PERDIGÃO, A. **Protocolos de adaptação a rações de alto teor de concentrados para bovinos nelore confinados**. 2014. 60 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

PEREIRA, E. S. et al. Determinação das frações proteicas e de carboidratos e estimativa do valor energético de forrageiras e subprodutos da agroindústria produzidos no Nordeste Brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4, 2010. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/276228174_Determinacao_das_fracoes_proteicas_e_de_carboidratos_e_estimativa_do_valor_energetico_de_forrageiras_e_subprodutos_da_agroindustria_produzidos_no_Nordeste_Brasileiro>. Acesso em: 12 ago. 2018.

RADOSTITS, O. M. et al. **Veterinary Medicine: a textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats**. 10th ed. St Louis: Saunders, 2007.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S., et al. Effect of bunk management on feeding behavior, ruminal acidosis and performance of feedlot cattle: a review. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 81 (E. Suppl. 2):E149–E158. 2003. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/81/14_suppl_2/E149/4789904>. Acesso em: 3 ago. 2018.

SHAVER, R. Feeding to minimize acidosis and laminitis in dairy cattle. In: WESTERN DAIRY MANAGEMENT CONFERENCE, 7th, Reno. **Proceedings...** Reno, US, p. 157-166, 2005.

SILVA, H. L. **Dietas de alta proporção de concentrados para bovinos de corte confinados**. 2009. 157 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária, Goiânia, 2009.

SMITH, R. A. Impact of disease on feedlot performance: a review. **Journal Animal Science**, v. 76, p. 272-274, 1998. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9464908>>. Acesso em: 10 jul. 2018.

SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II- Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1459919>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

USDA. United States Department of Agriculture. **Brazil Data e Analysis**. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/regions/brazil>>. Acesso em: 22 dez. 2019.

VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos**. BR Corte. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006.

VAN CLEEF, E. R. I. C. et al. Distúrbios metabólicos por manejo alimentar inadequado em ruminantes: novos conceitos. **Revista Colombiana de Ciencia Animal**, v. 1, n. 2, p. 319-341, 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/46117060_Disturbios_metabolicos_por_manejo_alimentar_inadequado_em_ruminantes_novos_conceitos>. Acesso em: 10 jul. 2018.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. New York: Cornell University Press, 1994.

VECHIATO T. A. de F. et al. Estudo retrospectivo de abscessos hepáticos em bovinos abatidos em um frigorífico paulista. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 48, n. 5, p. 384-391, 2011. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/bjvras/article/view/34404>>. Acesso em: 23 jun. 2018.

WEISE, M. S. **Aveia branca e/ou casca de soja na dieta de bovinos alimentados com ou sem volumoso**. 2016. 74 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

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 **Darl 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 Carijo Domingues; Caroline de Avila Fernandes; Cristiane Guzatto; 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 Volpato; 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 **Darl 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 Carijo Domingues; Caroline de Avila Fernandes; Cristiane Guzatto; 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 Volpato; 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 Charolês 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

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

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

ANEXO B – DEFINIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS AVALIADAS AO LONGO DO PERÍODO EXPERIMENTAL DE NOVILHOS TERMINADOS EM CONFINAMENTO, ALIMENTADOS COM GRÃO DE MILHO E OU GRÃO DE AVEIA BRANCA

Características	Fórmulas	Definição
Conversão Alimentar (kg MS/kg PV)	IMS/GMD	Quantidade de alimento ingerido para cada quilograma de ganho de peso corporal. Valores menores são favoráveis.
Eficiência alimentar (kg PV/kg MS)	GMD/IMS	Quantidade de peso corporal ganho por quilograma ingerido de matéria seca. Valores superiores são favoráveis.
Relação de kleiber (kg/UTM)	$GMD \div PMM$	Ganho de peso corporal proporcional a cada quilograma de peso metabólico. Valores maiores são favoráveis.
Taxa de crescimento relativo (%/dia)	$100 * (\log PCF - \log PCI) \div DC$	Potencial de crescimento relativo à maturidade. Valores maiores são favoráveis.
Consumo e ganho residual	$GPR + (-1 * CAR)$	Índice que leva em conta o Consumo alimentar residual e o Ganho de peso residual. Valores maiores são favoráveis.
Flutuação de consumo (%)	$(IMS - IMSDA) \div IMSDA \times 100$	Oscilação diária na ingestão de matéria seca. Valores menores são favoráveis.
Eficiência de ruminação da MS (g/h)	IMS/TR	A eficiência de ruminação da MS é definida pela razão do volume de matéria seca ingerido, pelo período gasto no processo de ruminação.
Eficiência de ruminação de FDN (g/h)	IFDN/TR	A eficiência de ruminação de FDN é definida pela razão do volume de FDN, pelo período gasto no processo de ruminação.

IMS: Ingestão de matéria seca; GMD: ganho de peso médio diário; PMM: peso médio metabólico; PCF: Peso corporal final; PCI: Peso corporal inicial; DC: duração do confinamento, dias; GPR: ganho de peso residual; CAR: consumo alimentar residual; IMSD: ingestão de matéria seca diária; IMSDA: Ingestão de matéria seca do dia anterior; TR: Tempo de ruminação; IFDN: Ingestão de fibra em detergente neutro.