

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Efeito do nível de fibra na variabilidade do desempenho animal e do
comportamento ingestivo em bovinos Nelore**

Filipe Araújo Canêdo Mendonça

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência
Animal e Pastagens

**Piracicaba
2023**

Filipe Araújo Canêdo Mendonça
Bacharel em Zootecnia

**Efeito do nível de fibra na variabilidade do desempenho animal e do
comportamento ingestivo em bovinos Nelore**

Versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador
Prof. Dr. **DANTE PAZZANESE DUARTE LANNA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência
Animal e Pastagens

Piracicaba
2023

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP**

Mendonça, Filipe Araújo Canêdo

Efeito do nível de fibra na variabilidade do desempenho animal e do comportamento ingestivo em bovinos Nelore / Filipe Araújo Canêdo Mendonça. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011.--Piracicaba, 2023.

60 p.

Dissertação (Mestrado) - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1.FDN 2. Desempenho 3. Rúmen 4. Bovinos de corte I. Título

DEDICATÓRIA

Primeiramente, a Deus e Jesus Cristo, que me ajudaram nos momentos mais sombrios.

Aos meus pais e parentes por todo suporte.

Para sempre, minha amada Vó que desempenhou papel de mãe durante toda minha vida e que infelizmente faleceu de COVID19 no ano passado. A senhora continua sendo minha força. Como eu sinto saudades da senhora.

Ao LNCA por todos os bons e maus momentos. Esse grupo representa muito mais que uma família para mim.

À nossa mãe Tuka, passa-se os anos, mas você continua sendo o pilar em nosso laboratório.

Ao meu orientador Dante, cujo cultivamos uma relação de amizade, além do papel de um orientador.

Aos meus melhores amigos “Felicida-d” e “Dumbo”. Fizemos isso acontecer turma!

AGRADECIMENTOS

À Luiz Vicente de Souza Queiroz e Ermelinda Ottoni de Souza Queiroz, que sonharam, construíram e nos entregaram a melhor Escola do mundo. Todas as nossas conquistas, sempre serão em agradecimentos a vocês.

À república GPK. Minha Família, em Piracicaba.

Ao meu amigo “Brita” Obrigado por todos ensinamentos, passamos vários momentos falando sobre a vida e isso me ensinou muito.

Aos meus amigos “K-Borja” e “PPK”.

Ao Professor Júlio Balieiro por todo apoio, suporte intelectual e amizade.

Ao Professor Flavio Portela Santos, por ter me dado uma oportunidade importante profissional.

Aos professores Bruno e Carla Bittar por conduzirem primorosamente o PPG em ciência animal e pastagens, mesmo durante a pandemia.

Ao meu coorientador Rodrigo Goulart por ser um grande ser humano e profissional. Você me ensinou, muitas coisas além da vida acadêmica. Obrigado por tudo.

À Carolina Jardim. Seguimos caminhos diferentes, mas você fez parte dessa história me auxiliando ao longo desse processo. Sucesso para você.

À PPG como um todo.

À Corteva, Syngenta e Cargill. Obrigado pela doação de todo o material para a condução dessa dissertação.

À CAPES e a FAPESP, pela bolsa de pesquisa assim como auxílio orçamentário que foi contemplado.

“Ao cantarmos as nossas conquistas,
numa vida de intenso labor,
outra coisa não temos em vista,
que pagar-te um tributo de amor.”

Ode à ESALQ,
Salvador de Toledo Piza Júnior

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE TABELAS.....	10
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1. A importância da fibra para bovinos de corte	15
2.2. Impacto da variabilidade no desempenho de bovinos em confinamento.....	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
3.1. Desempenho e bem estar animal	24
3.2. Comportamento ingestivo	25
3.3. Análise estatística.....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1. Desempenho.....	27
4.1.1. Dados de Caetano et al. (2015)	27
4.1.2. Ensaio com animais.....	30
4.1.3. Comportamento ingestivo.....	44
5. CONCLUSÕES.....	53
REFERÊNCIAS.....	54

RESUMO

Efeito do nível de fibra na variabilidade do desempenho animal e do comportamento ingestivo em bovinos Nelore

Levantamentos recentes em confinamentos brasileiros demonstraram redução no teor de fibra e aumento no teor de concentrado ao longo das últimas décadas. Estes levantamentos indicam que estão sendo utilizados teores de fibra inferiores às recomendações da literatura internacional para maximizar o ganho de peso. Além disto, dados da literatura demonstram que zebuínos tem desempenho menos consistentes que taurinos em dietas com teores elevados de concentrado. O objetivo deste estudo foi estudar o efeito da redução progressiva dos teores de fibra em dietas bovinos Nelore durante o confinamento sobre o bem-estar e a variabilidade do desempenho e do comportamento ingestivo. Foram usados dois bancos de dados. Um conjunto de dados foi de um experimento publicado pelo nosso grupo e o outro foi obtido em um ensaio com 39 machos não castrados peso inicial de 460 kg. Todos os animais receberam as cinco dietas experimentais sequencialmente, ao longo do período de 91 dias. As dietas tinham 15%, 12%, 9%, 6% e 3% de FDNf (fibra em detergente neutro proveniente de forragem) em proporção na MS da dieta total. Os animais foram observados diariamente para distúrbios fisiológicos incluindo acidose e laminite (um animal apresentou problemas e foi retirado do experimento no último período experimental). Os coeficientes de variação (CV%) para a eficiência alimentar 17,1 21,83, 29,5 44,4 e 32,4, consumo de matéria seca:15,6 17,03, 18,88, 21,64 e 28,1, ganho de peso :29,43, 56,07, 27,3, 20,65 e 249,38) e consumo em percentagem do peso vivo: 17,3 , 19,13, 20,96 , 23,79 e 29,88 apresentaram aumento com o decréscimo na proporção de FDNf. Este aumento da variabilidade foi acompanhado da redução no consumo de energia em ambos os conjuntos de dados para as dietas com níveis de FDNf abaixo de 9%. Também foram analisados dados não publicados de experimento realizado pelo nosso grupo avaliando dietas com 18%, 13%, 8% e 3% de FDNf % MS por 74 dias. O CV para eficiência :21,57, 19,89, 24,20 e 27,9, consumo :12,24, 15,69, 23, 8, 18,48 e consumo em percentagem peso vivo :10,69, 14,54, 21,78 e 16,93, também apresentaram aumento com redução da proporção de fibra. Para a maioria dos parâmetros de desempenho, o coeficiente de variação parece aumentar com a redução dos níveis de fibra em ambos os conjuntos de dados, notavelmente a partir de 9% de FDNf % MS. Quando foi ofertada uma dieta com 12% FDNf % MS após 28 dias de dietas de baixa fibra os animais responderam com grande aumento do consumo e ganho de peso, embora esta resposta tenha sido observada por um período curto (7 dias). Os resultados sugerem que apesar de apenas 1 animal ter problemas metabólicos, houve aumento na variabilidade do desempenho a partir de dietas com menos que 9% de FDNf% MS.

Palavras-chave: FDN, Exigência, Ruminantes, Bovinos de corte

ABSTRACT

Effect of fiber level in the variability of animal performance and ingestive behavior of the Nelore cattle

Recent surveys of Brazilian feedlots have shown a reduction in fiber inclusions in finishing diets. Current fiber inclusions are lower than those recommended to maximize daily gain. Furthermore, there are evidence that zebu cattle have inconsistent responses to high concentrate diets as compared to *B. taurus* breeds. Thus, the objective of this work was to evaluate the responses to a progressive reduction in dietary fiber content. Performance, ingestive behavior as well as animal well-being were evaluated. There were 2 experimental data sets. One data set came from unpublished data by our group from a previous animal trial with 4 different fiber proportions. The second data set was from 39 Nelore bulls with initial body weight of 460 Kg fed sequentially with 5 diets of decreasing fiber content (15%, 12%, 9%, 6% and 3% NDF from forage on a DM basis). Animals were observed daily to for any sign of metabolic problems including acidosis or laminates. One animal was taken from the study on the last period/diet. The coefficients of variability (CV%) for the 5 different diets were: for feed efficiency 17.1 21.83, 29.5 44.4 and 3.,4, average daily gain 29.43, 56,07, 27,3, 20,65 and 249,38, dry matter intake 15.6 17.03, 18.88, 21.64 and 28.1. For dry matter intake as a percentage of body weight 17.3, 19.13, 20.96, 23.79 and 29,88. These results indicate an increase in variability with the reduction in NDFf. This greater variability was associated with a decrease in intake, daily gain, and feed efficiency. We also analyzed the variance from a previous trial from our group where diets had 18%, 13%, 8% and 3% of NDFf were fed to intact Nelore for a 74-day period. The CV for efficiency 21.57, 19.89, 24.20 and 27.9), intake (12.24, 15.69, 23. 8, and 18.48) and dry matter intake as a percentage of body weight 10.69, 14.54, 21.78 and 16.93 tended to increase with the reduction in NDFf. Thus, for most of the performance parameters and for both data sets a higher variation was observed in low fiber diets, especially when below 9% of NDFf. At the end of the trial, animals were returned to the 12 % NDFf diet for a short period of 7 days prior to slaughter. During this period they had dramatic increases in daily gain, dry matter intake and feed efficiency. Results from both trials suggest an increased variability in feedlot performance when fiber inclusion was less than 9% NDF from forage on DM basis.

Keywords: NDF, Requirements, Ruminant nutrition, Beef cattle

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Modelo bifásico em relação ao papel da fibra no consumo voluntário de ruminantes. Adaptado de Mertens (1992).....16
- Figura 2. Cronograma experimental.....19
- Figura 3. Conjunto de dados de Caetano et al. (2015) (STUDY 1) e do experimento em questão (STUDY 2) para o parâmetro de eficiência alimentar em relação ao CV (%)......34
- Figura 4. Dispersão dos dados do experimento atual, em relação ao CMS (Kg) e as dietas experimentais.....35
- Figura 5. Valores médios, para as variáveis de CMS, E:A e GMD quando existiu a mudança de dieta de 3% FDNf% MS (últimos 7 dias) para 12% FDNf% MS, por um período de 7 dias, resultando nos últimos dias experimentais.44
- Figura 6. Valores médios para taxa de ruminação e mastigação (min/dia) de 20 bovinos machos nelore.....51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores de coeficiente de variação (%) em relação ao desempenho e o comportamento ingestivo de bovinos de corte, propostos por Garcia (1989) e Costa et al., (2002), disponível em Vaz et al. (2017).....	18
Tabela 2. Composição química dos ingredientes (% da MS).....	21
Tabela 3. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais (% MS).....	22
Tabela 4. Tamanho médio e distribuição de partículas do milho seco moído.....	24
Tabela 5. Tamanho de partículas da silagem de milho e das dietas experimentais..	25
Tabela 6. Medidas de ultrassonografia de carcaça ao final do período de alimentação.....	25
Tabela 7. Valores médios para os parâmetros de desempenho ensaio de Caetano et al. ¹	28
Tabela 8. Valores de CV (%) e DP para os parâmetros de desempenho no ensaio de Caetano et al. ¹	29
Tabela 9. Valores de máximo e mínimo entre as dietas experimentais, para os parâmetros de desempenho ensaio de Caetano et al. ¹	30
Tabela 10. Estatística descritiva dos parâmetros de desempenho através das diferentes dietas experimentais durante o período de terminação no tempo acumulado.....	32
Tabela 11. Valores médios para os parâmetros de desempenho no experimento atual.....	36
Tabela 12. Coeficiente de variação (%) para os parâmetros de desempenho no experimento atual.....	37
Tabela 13. Desvio padrão para os parâmetros de desempenho no experimento atual.....	38
Tabela 14. Valores máximos para os parâmetros de desempenho no experimento atual.....	39
Tabela 15. Valores Mínimos para os parâmetros de desempenho no experimento atual.....	40
Tabela 16. Valores médios para os parâmetros de comportamento ingestivo.....	46

Tabela 17. CV (%) para os parâmetros de comportamento ingestivo.....	47
Tabela 18. Valores de desvio padrão para os parâmetros de comportamento ingestivo.....	48
Tabela 19. Valores máximos para os parâmetros de comportamento ingestivo no experimento atual.....	49
Tabela 20. Valores mínimos para os parâmetros de comportamento ingestivo.....	50

1. INTRODUÇÃO

Em 2021 o Brasil abateu mais de 6,47 milhões de animais provenientes de confinamento (ABIEC, 2022). Além disso, ao avaliar o perfil de dieta dos confinamentos brasileiros nos últimos anos, observou-se significativos aumentos nos níveis de inclusão de concentrado Millen (2009), Andrade et al. (2020) e Silvestre e Millen (2021).

No Brasil o principal grupo genético encontrado é o zebuíno, que pode compreender cerca de 80-85% de todo rebanho nacional (ABCZ, 2021). Entretanto, zebuínos são menos responsivos a dietas com teores muito baixos de fibra, como demonstrado por Olbrich (1997). Este autor observou que animais da raça Angus (taurino) desempenhavam significativamente melhor do que animais Brahman (zebuíno) em dietas de terminação com teores baixos de fibra. Olbrich (1997) atribuiu essa diferença principalmente a dois fatores: maior consumo de matéria seca (MS) e maior digestibilidade de amido no trato total por novilhos da raça Angus.

Apesar dessa evidência na literatura, os confinamentos brasileiros vêm reduzindo as inclusões de fibra na MS (MILLEN 2009; PINTO e MILLEN, 2018; SILVESTRE e MILLEN, 2021). Isto ocorre devido a questões operacionais, pois quantidades maiores de fibra, demandam mais mão de obra, maior área agricultável e mais equipamentos de distribuição como carretas misturadoras e pás-carregadeiras. Além disto o custo de uma unidade de energia digestível de fibra é geralmente maior que a de grãos. Gestores de confinamentos tem, portanto, motivos para reduzirem a inclusão de fontes de fibra em dietas de terminação.

Nos últimos anos, trabalhos conduzidos no Brasil avaliaram os níveis inclusão de fibra em dietas de terminação (CAETANO et al., 2015, DE MELO et al., 2019 e GOULART et al., 2020b). Entretanto, há escassez de informações relacionadas a variabilidade de bovinos Nelore frente a reduções crescentes de níveis de fibra em dietas de terminação.

Esta variabilidade na resposta a dietas com pouca fibra envolve não apenas o desempenho, mas também a morbidade e mortalidade animal (Pinto e Millen, 2019). O bem-estar animal tem assumido cada vez mais relevância nas cadeias de produção de carne bovina. Nesse cenário é fundamental elaborar trabalhos que avaliem o impacto da redução de fibra em dietas de terminação, inclusive seu impacto na variabilidade animal.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto da redução progressiva da inclusão de fibra na terminação de bovinos da raça Nelore, avaliando parâmetros de desempenho e comportamento ingestivo.

A hipótese é que a variabilidade animal na maioria dos parâmetros de desempenho e comportamento ingestivo aumentam com a redução progressiva do nível de fibra das dietas experimentais, independente do manejo nutricional empregado. Além da condução do experimento, analisou-se dados de variabilidade de outro experimento de nosso grupo (CAETANO et al., 2015), embora que nesse experimento, os autores não mediram dados de comportamento ingestivo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A importância da fibra para bovinos de corte

De acordo com Mertens (1997), o nível de inclusão de fibra em dietas para ruminantes impacta diretamente no tempo de ruminação e mastigação. A variação do tempo de mastigação está relacionada com o aumento da produção de HCO_3^- , sendo este um dos responsáveis pelo tamponamento do ambiente ruminal, mantendo mais elevado o pH ruminal e evitando distúrbios metabólicos como a acidose ruminal. (STEDMAN, 1982; OWENS et al., 1998; NAGARAJA e TIGTMEYER., 2007). Em relação a acidose ruminal, a transição de dietas de alta fibra para alto concentrado de maneira abrupta pode desencadear este distúrbio metabólico em bovinos (BEVANS et al., 2005). A principal função do uso de fibra é garantir a segurança metabólica e bem-estar dos animais.

NASEM (2016) apresenta que o uso de fibra em bovinos confinados auxilia na manutenção da formação do “mat ruminal”, estimula a contração reticulo-ruminal e a produção de saliva, substância rica em HCO_3^- . Um aspecto que interfere na formação do “mat ruminal” é o tamanho da partícula da fibra. Devries et al. (2014) identificaram que novilhas que estavam passando por um quadro de acidose (pH ruminal < 5,5 de até 9 horas) tenderam a selecionar partículas maiores, aumentando produção de saliva e taxa de ruminação.

Mertens (1992) propôs um modelo bifásico (Figura 1) para o consumo de alimentos por ruminantes em diferentes níveis de fibra. Na primeira fase do modelo proposto, quanto maior o nível de inclusão de fibra na dieta menor será o consumo de MS, fenômeno conhecido como “enchimento ruminal”. Nesta fase os receptores mecânicos de distensão do rúmen desencadeiam um “feedback negativo” no hipotálamo inibindo o consumo. De outro modo, dietas com inclusões muito baixas de fibra e alta concentração de energia também promovem redução do consumo de MS, essa teoria, é explicada pela maior produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), sendo que o principalmente o propionato em excesso, será oxidado pelo fígado, desencadeando um mecanismo de “feedback negativo” no hipotálamo dos animais, reduzindo assim, o consumo de MS (Oba e Allen, 2009). Entretanto, alguns efeitos relacionados as quedas de consumo não conseguem ser explicados por esse modelo bifásico, e podem ser atribuídos a acidose ruminal e outros distúrbios metabólicos (NAGARAJA e TIGMEYER, 2007).

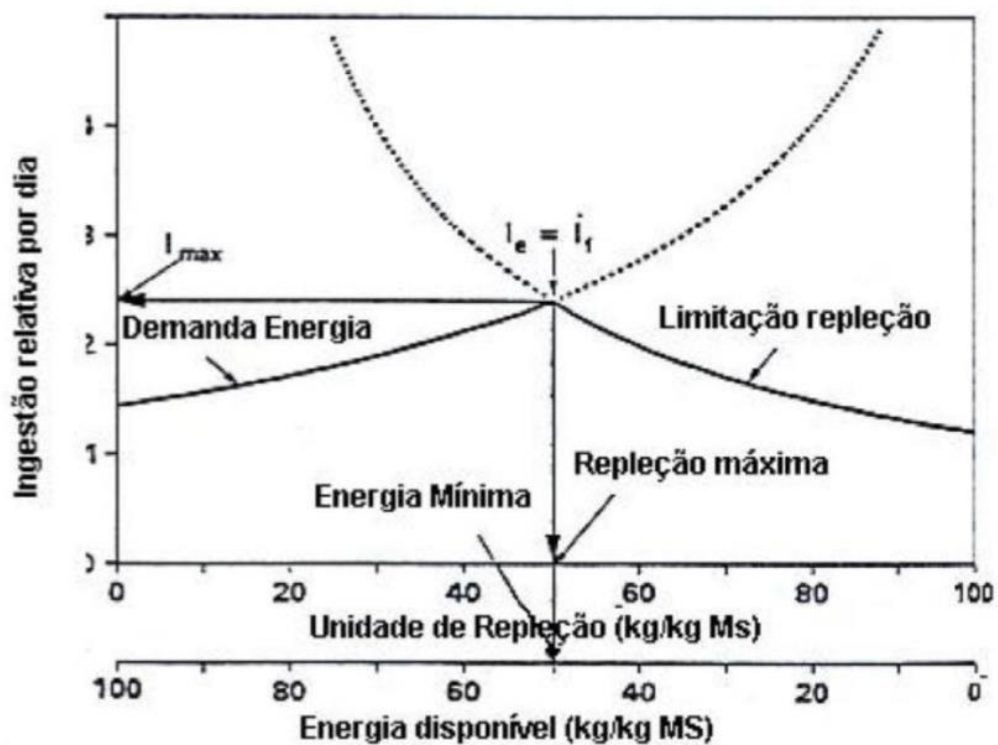


Figura 1. Modelo bifásico em relação ao papel da fibra no consumo voluntário de ruminantes. Adaptado de Mertens (1992).

No último levantamento em relação ao sistema de confinamentos no Brasil, (PINTO e MILLEN, 2021) encontraram que 80,6% dos nutricionistas entrevistados, usaram Fibra insolúvel em detergente neutro fisicamente efetiva (FDNfe% base na MS) como principal indicador de inclusão de fibra em dietas de terminação. O emprego em maior quantidade desse método, pode ser atribuído aos conhecimentos disponíveis na literatura internacional, em que recomendações mínimas entre 7 a 10% de FDNfe % MS devem ser utilizadas para que se tenha um pH ruminal acima de 5,7 e uma maximização da produção de proteína microbiana, sem comprometer a digestibilidade dos alimentos (FOX et al. 2004, NRC, 1996 e NASEM, 2016), apesar que tais níveis dependem diretamente do tipo de manejo nutricional empregado, instalações, grupos genéticos, entre outros fatores, (NRC, 1996).

Dados de inclusão ou determinação ótima do nível de fibra para bovinos confinados podem ser encontrados por Caetano et al. (2015) que avaliaram diferentes teores de Fibra insolúvel em detergente (FDN) proveniente de forragem, e diferentes processamentos de grãos. Neste estudo, os autores concluíram que a inclusão de aproximadamente 13,7% de FDNf% MS proveniente da silagem de cana-de-açúcar, aumentou o ganho de peso diário e a eficiência alimentar de bovinos da raça Nelore

em terminação, quando se tinha silagem de grão úmido como fonte de processamento de grão de milho, quando utilizaram o milho moído fino, os valores foram de 11,3%.

Não obstante, De Melo et al. (2019) fizeram um experimento similar ao de Caetano et al. (2015), embora que tais autores, avaliaram o uso de milho floculado comparado ao moído fino e a fonte de fibra escolhida foi o bagaço de cana-de-açúcar. Neste experimento, níveis 9% de FDNf% MS apresentaram a melhor resposta ao desempenho animal. Valores mais baixos do que do experimento supracitado no parágrafo anterior, se deve ao maior fator de efetividade do bagaço de cana, comparado a outras fontes de fibra, que foi comprovado por Goulart et al. (2020b).

Swanson et al. (2017), concluíram que a fonte de fibra não interferiu no desempenho dos animais, mas sim, o nível de inclusão. Também, não somente o nível de inclusão de fibra, mas o tempo em que os animais ficam expostos em dietas de terminação, podem aumentar o risco ao bem-estar animal, tais como acidose e laminite (CASTILLO-LOPEZ et al., 2014).

Além disso, no conhecimento de nosso grupo de pesquisa, não existe trabalhos que avaliaram a variabilidade de bovinos da raça Nelore em relação ao decréscimo de teores de FDNf% MS. Portanto, a condução de determinado estudo, poderia ajudar a esclarecer algumas questões, como a variabilidade de zebuínos em dietas com baixos teores de FDNf% MS para parâmetros de desempenho e comportamento ingestivo.

2.2. Impacto da variabilidade no desempenho de bovinos em confinamento

Variabilidade pode ser considerada uma ferramenta estatística para medir a distribuição em torno da média de uma população, esse valor se dá pela razão do desvio padrão sob a média, embora que para parâmetros que não possuem uma dispersão normal, utiliza-se a mediana (VAZ et al., 2017). Santos e Diaz (2021), concluíram que o emprego do termo variabilidade vai muito além de implicações matemáticas, abordando áreas da ciência como: agricultura e ciência animal. Não obstante, o tamanho da população avaliada interfere diretamente na interpretação dos valores de Coeficiente de Variação (CV). Em relação aos valores, Gomes (1985) considerou que qualquer valor acima de 20% pode ser considerado de alta variabilidade.

Costa et al. (2002), Faria Filho et al. (2010) e Couto et al. (2013) recomendam que os empregos dessas informações são indicadores para avaliarem a dispersão de valores amostrais de um experimento assim como o comportamento dos dados obtidos.

Vaz et al. (2017) investigaram se realmente um valor de 20% de CV, pode ser considerado alto, conforme propôs Gomes (1985). Sendo assim, um estudo conduzido pelo autor supracitado foi feito para verificar como seria essa medida para alguns parâmetros utilizados para bovinos de corte. Neste estudo, foi possível observar os valores de CV (Tabela 1). É importante ressaltar, que os valores continuaram próximos aos de Gomes (1985). Para a obtenção de tais valores (Tabela 1), utilizou-se o modelo empregue por Garcia (1989) em que para $CV < \text{Média do CV} - DP$ (baixo), $\text{Média do CV} - DP < CV$ menor ou igual a $\text{Média do CV} + DP$ (Médio) e por fim, $CV > \text{Média do CV} + DP$. Note-se que tais valores foram baseados nos bancos de dados para cada parâmetro apresentado na tabela abaixo.

Tabela 1. Valores de coeficiente de variação (%) em relação ao desempenho e o comportamento ingestivo de bovinos de corte, propostos por Garcia (1989) e Costa et al. (2002), disponível em Vaz et al. (2017).

Itens	Garcia (1989)			Costa et al. (2002)		
	Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio	Alto
Variável						
GMD	< 12%	12% até 20%	> 20%	< 11%	11% até 20%	> 20%
CMS	< 4 %	4% até 10%	> 10%	< 4%	4% até 10%	> 10%
E:A	< 7%	7 até 17%	> 17%	< 6%	6% até 19%	> 19%
Comportamento Ingestivo	< 5 %	5 até 18%	>18%	< 4%	4% até 16%	> 16%

Fonte: Adaptado de Vaz et al. (2017).

MATERIAIS E MÉTODOS

Trinta e nove bovinos não castrados da raça Nelore com peso de 460 kg \pm 41.3 kg (peso em jejum alimentar) foram utilizados no estudo. Após 7 dias da chegada dos animais no centro experimental, foram pesados e vermifugados (Ivomec MSD®, São Paulo, Brasil), receberam também vacinas contra diferentes cepas de clostridium (Poli Star®, MSD, São Paulo, Brasil) e doenças respiratórias (Draxxin®, Zoetis, Campinas, São Paulo) e aplicou-se um complexo vitamínico A, D e E (Vigantol®, Bayer, São Paulo, Brasil). Foram separados dois grupos (20 animais em 1 baia e 19 em outra baia) através da classificação por ECC (escore de condição corporal), Nicholson e Butterworth (1986).

Após o manejo empregue, os animais foram acondicionados nas instalações por 14 dias, recebendo uma dieta com 90% de volumoso e 10% de concentrado. Posteriormente, foi utilizado 2 dietas de adaptação por um período de 7 dias entre cada uma, resultando em 14 dias no total, (50:50 e 35:65 de inclusão com base na MS). Após os três períodos iniciais os animais receberam as dietas experimentais.

Todos os animais receberam o mesmo manejo nutricional durante todo o período de terminação. O delineamento experimental foi desenvolvido visando avaliar a redução gradativa do teor de FDN de forragem durante o período de terminação, como segue abaixo (Figura 2):

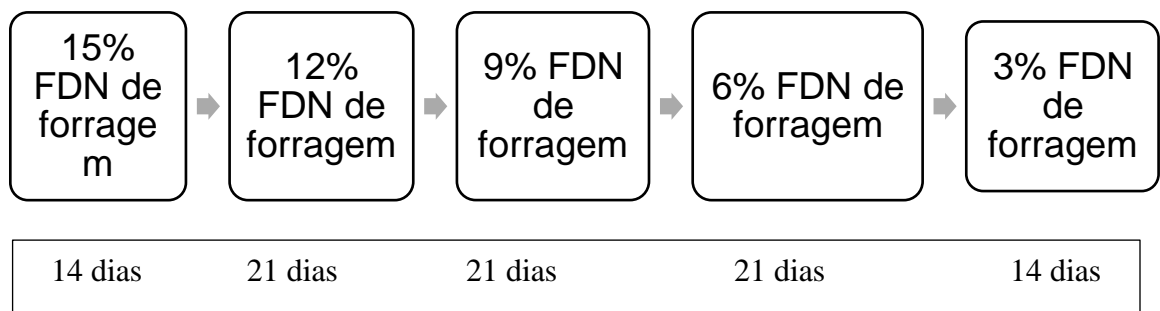


Figura 2. Cronograma experimental

Após o último período com a dieta de mais baixa fibra (3% de FDNf) os animais permaneceram por mais 8 dias no confinamento. A dieta ofertada continha 12% de FDNf, que corresponde ao teor de volumoso em que nosso grupo encontrou o maior consumo de energia além de beneficiar uma maior segurança metabólica aos mesmos (Caetano et al., 2015, 2020). Ao final destes 8 dias os animais foram abatidos.

A silagem de milho utilizada neste estudo foi plantada em uma área não irrigada, contendo densidade populacional média de 60.000 sementes por hectare (Híbrido P4285PYU; Corteva®, Johnston, IA). Na colheita deste volumoso foi utilizada uma automotriz (JD 5400; John Deere®, Moline, IL). O tamanho de corte entre as facas foi configurado para 12mm, não possuindo uma unidade especial de processamento dos grãos. O período do plantio até a colheita foi de 105 dias, com a colheita realizada em março de 2021.

O experimento foi conduzido no Centro de Nutrigenômica da ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, Brasil, que possuía 8 cochos (\pm 5 animais por cocho) automáticos do modelo (Grow Safe © Alberta, Canada) com capacidade de medir em tempo real a quantidade de alimento ingerido por cada animal, assim como medem a frequência e duração dos episódios de ingestão. Além disso, o Centro de Nutrigenômica tem 4 plataformas de pesagem estáticas, acopladas com bebedouros e células de carga que permitiam o acompanhamento diário do crescimento dos animais, ingestão de água e frequência de visitas ao bebedouro para ingestão de água (Intergado®, Betim, Minas Gerais, Brazil).

Antes de iniciar o experimento, todos os alimentos utilizados foram analisados bromatologicamente (Tabela 2), para quantificar os teores de amido, FDN, FDA, cinzas, ácidos graxos e proteína bruta (Leco FP- 200, Leco Corp®, St. Joseph, MI). As análises químicas foram feitas de acordo com a Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1997) e o FDNa (livre de amido residual) de acordo com Van Soest et al. (1991). Para a obtenção do teor de MS das dietas experimentais, assim como o consumo de MS era medido diariamente em estufa de ventilação forçada a 105°C por 12 horas. Diariamente era coletado amostras da dieta ofertada e das sobras.

Tabela 2. Composição química dos ingredientes (% da MS).

Itens ¹	Ingredientes (%MS) ²			
	Silagem de Milho	Milho moído fino	Polpa Cítrica	Farelo de Soja
MS	41,9	89,6	90,1	90,2
Cinzas	5,4	1,5	6,6	6,8
PB	9,2	9,3	9,0	46,0
FDN	50,1	12,7	20,4	11,1
FDA	30,9	3,5	15,9	7,4
Amido	24,5	69,1	9,5	—
EE	4,9	5,8	4,9	1,8

¹ FDNa (Fibra insolúvel em detergente neutro e livre de amido) (Van Soest et al., 1991); FDA= Fibra insolúvel em detergente ácido; PB= Proteína bruta com base na matéria seca; EE = Extrato Etéreo.

²Milho moído fino em moinho do tipo “martelo”.

Todas as dietas experimentais (Tabela 3) foram compostas por silagem de milho, milho moído fino, polpa cítrica, farelo de soja, ureia, núcleo mineral vitamínico e cloreto de potássio. As dietas foram fornecidas 2 vezes ao dia, sendo a primeira refeição ofertada às 7:00 (40% do ofertado diário) e a segunda oferta às 16:00 (60% do ofertado diário). Como a sobra era medida diariamente, obteve-se diariamente ao longo do período experimental uma sobra de $\pm 8\%$ do que era ofertado, com base na MS.

Tabela 3. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais (% MS).

Ingredientes(%MS) ²	FDN ¹				
	15%	12%	9%	6%	3%
Silagem de milho	30	24	18	12	6
Polpa cítrica	5	5	5	5	5
Milho moído fino	56,5	62,5	68,3	74,2	80,2
Farelo de soja	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
Ureia	1,3	1,2	1,15	1,35	1,4
Cloreto de Potássio	0,4	0,4	0,4	0,55	0,6
Núcleo Mineral ²	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
Composição Química(%MS)³					
NDT	77,6	78,9	80,0	81,2	82,6
Amido	46,8	56,7	57,5	58,3	59,1
PB	13,9	13,9	13,9	14,2	14,3
FDN	23,7	21,1	18,8	16,3	14,2

¹FDN de forragem com base na MS.

²Núcleo mineral vitamínico possuía ionóforos (monensina sódica) 25mg/kg MS; NDT com base nas equações de (WEISS et al., 1992); Quantidade de Amido, FDN total e PB foram calculados pelo software RLM 3.2.

³NDT = Nutrientes digestíveis totais; PB = Proteína bruta; FDN = Fibra insolúvel em detergente neutro.

A mistura e a oferta das dietas foram realizadas com um vagão misturador (American Cale® Northwood, New Hampshire, EUA). Conforme recomendado pelo fabricante, utilizou-se tempo de 5 minutos para a homogeneização das dietas experimentais.

O grão de milho utilizado neste experimento foi moído em moinho do tipo “martelo” usando uma peneira de 2mm (Lucato, Indústria e comercial Lucato, Limeira, SP, Brasil). Após a moagem, foi determinada a distribuição das partículas dos grãos de milho por tamanho (Tabela 4), usando um separador de partícula com 6 peneiras de tamanhos diferentes por 10 minutos, (Produtest T Model; Telastem Peneiras para Análises Ltda., São Paulo, SP, Brasil), de acordo com Yu et al. (1998).

Tabela 4. Tamanho médio e distribuição de partículas do milho seco moído.

Distribuição de partículas – retida em cada peneira (%) ¹	
4,75 mm	0
3,75 mm	0,36
2,36 mm	6,18
1,7 mm	13,4
1,18 mm	21,2
0,6 mm	35,9
Fundo	22,87
Tamanho Médio de Partículas	1,4

¹Método de Yu et al. (1998) para determinar o tamanho médio de partículas.

A distribuição do tamanho de partículas da silagem de milho e das dietas experimentais se encontra na Tabela 5. Foi utilizada uma caixa com peneiras de tamanhos 19mm, 8mm, 4mm e fundo, (Santa Fé Agroinstituto, Paraná, Brasil), de acordo com Lammers et al. (2012) e utilizado pelo RLM (Versão 5.34; Lanna et al., 2012). As amostras foram coletadas semanalmente.

No dia do embarque dos animais as carcaças foram avaliadas por ultrassonografia (Tabela 6). A área de olho de lombo (AOL) foi medida entre a 12a e 13 a costelas no músculo *Longissimus dorsi* e a espessura de gordura (EG) no mesmo músculo (Corrêa et al., 2021). Após esse procedimento, os animais foram pesados em jejum. Os animais foram abatidos 24 horas após o embarque em frigorífico comercial situado a 300 km de distância I. (Boi Baio Participações; EIRELI).

Tabela 5. Tamanho de partículas da silagem de milho e das dietas experimentais.

Itens	Silagem de Milho	FDNf ¹				
		15%	12%	9%	6%	3%
<i>“Penn State Particle Separator”</i> – Retido (%) ²						
19 mm	9,62	2,87	1,70	0,85	0,34	0,00
8 mm	70,47	27,10	19,90	10,21	7,84	4,24
4 mm	11,63	5,43	4,17	8,10	3,92	2,56
fundo	8,28	64,60	74,30	80,84	87,90	93,20

¹15%FDNf= Dieta com 15% de FDN de forragem com base na matéria seca; 12% FDNf= Dieta com 12% de FDN de forragem com base na matéria seca; 9% FDNf= Dieta com 9% de FDN de forragem com base na matéria seca; 6%FDNf= Dieta com 6% de FDN de forragem com base na matéria seca; 3% FDNf= Dieta com 3% de FDN de forragem com base na matéria seca.

²Método de Lammers et al. (2012)

Tabela 6. Medidas de ultrassonografia de carcaça ao final do período de alimentação.

Itens ¹	Média	DP	Min	Max	CV (%)
AOL, cm ²	82.56	4.3	71.4	93.4	5.18
EGS (mm)	5.48	1.5	1.9	8.7	27.35

¹AOL = Área de olho de lombo; EGS = Espessura de gordura subcutânea; Método de Corrêa *et al.* (2021).

2.3. Desempenho e bem estar animal

O consumo individual dos animais foi realizado por meio de cochos eletrônicos em tempo real (GROW SAFE®, Alberta, Canada). A frequência e duração dos episódios de consumo foram obtidos pelo equipamento.

O ganho de peso foi calculado através das coletas de peso a cada visita ao bebedouro, por regressão entre peso vivo e tempo, utilizando sistema de plataformas de pesagem (Intergado®, Betim, Minas Gerais, Brazil). Os outliers apresentados pelo sistema foram removidos com o uso do software SAS (2012) conseqüentemente, qualquer variação de peso acima de 1 desvio padrão em relação a sua média, foi removido quando analisamos o banco de dados. A mesma abordagem foi realizada para os cálculos de ingestão de água e frequência de visitas com consumo.

Para a determinação do amido fecal e da digestibilidade do amido no trato total foram utilizadas as fezes dos mesmos animais selecionados para a avaliação do

comportamento ingestivo. Nos últimos 2 dias de cada dieta experimental, 4 amostras (de cada animal), foram coletadas nos períodos matutinos e vespertinos, diretamente no chão, logo após defecarem. As amostras foram armazenadas de maneira composta proporcional e congeladas. Quando descongeladas, passaram pelo processo de secagem e moagem para ser estimado a percentagem de amido fecal via NIRS, através de uma equação desenvolvida e validada por (Caetano et al., 2009), e mesma abordagem realizada por (Caetano et al., 2015, 2019). Em relação a digestibilidade de amido no trato total, esta foi estimada através da equação desenvolvida por Zinn et al. (2007) a partir da percentagem de amido fecal.

Para estimar o consumo de Energia Metabolizável (EM), foi considerado que 1kg de NDT = 4,4 Mcal de energia digestível, (RLM, 2022). O consumo de EM foi estimado pela relação $EM=0,82$ de energia digestível (NRC, 1976).

Em relação ao bem-estar animal, uma vez que dietas desafiadoras foram propostas dentro do delineamento do experimento, os animais foram avaliados duas vezes por dia através de observação visual. Indicadores de bem-estar animal como integridade dos cascos, locomoção, timpanismo e indicadores de acidose clínica foram observados (Souza, 2021).

Durante os períodos experimentais, (um animal apresentou um quadro de timpanismo quando o mesmo se encontrava na dieta com 12%FDNf %MS (9º dia) e foi medicado com uma solução a base de silicone a 30%, aplicado via oral em uma quantidade de 100mL, após esse procedimento o animal foi imediatamente retornado ao experimento). Já no período que os animais estavam recebendo a dieta com 3%FDNf % MS, outro animal (no 4º dia em que se encontrava nesta dieta) apresentou um quadro de morbidade, este animal foi medicado por um veterinário com um antibiótico a base de penicilina (25mL/ Kg de peso vivo) e removido imediatamente do experimento.

2.4. Comportamento ingestivo

Foram utilizados 20 animais do estudo, escolhidos aleatoriamente para as avaliações dos parâmetros de comportamento ingestivo. Os dados foram coletados em um período de 24 horas com observações a cada 10 minutos. Nas dietas experimentais com 15%FDNf e 3%FDNf esses dados foram coletados no 12º dia do

período experimental e coletados no 14^o dia para dietas com 12%FDNf, 9% FDNf e 6% FDNf. Os parâmetros avaliados foram: taxa de ruminação (min/dia), taxa de ócio (min/dia) e número de refeições por dia (visitas por dia). Também, foi estimada a taxa de mastigação(min/dia), taxa de mastigação por (Kg de MS, taxa de mastigação por kg de FDN taxa de ruminação por kg de MS e taxa de ruminação por kg de FDN, Beauchemin, Mayekawa e Christissen (2002).

2.5. Análise estatística

Para análise das variáveis coletadas foi empregado o software SAS (2012). Para remoção de outliers usou se o (Proc Univariate). As análises descritivas performadas foram: Média, Desvio Padrão (DP), Coeficiente de Variação (CV%), Valores Máximos e Mínimos.

Não foi utilizada ANOVA para nenhum dos dados deste trabalho, seja os dados provenientes do ensaio com animais de Caetano et al. (2015), quanto os dados obtidos com os animais do ensaio de alimentação deste trabalho. O objetivo foi medir avaliar a variabilidade ao longo do período experimental para dados de desempenho, bem-estar animal, adaptação à dieta e comportamento ingestivo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ensaio conduzidos pelo nosso grupo confirmaram resultados da literatura que indicam que o teor de FDN de forragem que maximiza o consumo de energia e o ganho de peso em bovinos Nelore em terminação está ao redor de 12% (Caetano et al., 2015).

Nesta dissertação o primeiro conjunto de dados analisados tem origem em dados não publicados de experimento conduzido pelo nosso grupo (Caetano et al., 2015). Este experimento avaliou em delineamento de blocos casualizados 4 níveis de FDN de forragem. O segundo conjunto de dados foi o ensaio descrito nos materiais e métodos, avaliando parâmetros de desempenho e comportamento ingestivo.

3.1. Desempenho

3.1.1. Dados de Caetano et al. (2015)

Neste conjunto de dados o teor de FDN de forragem das dietas permaneceu fixo ao longo de toda a terminação, em quatro tratamentos com 18, 13, 8 e 3% FDNf %MS e com 2 processamentos de grão (milho moído fino e silagem de grão úmido). As médias deste estudo já foram publicadas, mas estudamos os coeficientes de variação (CV) destas dietas. Houve aumento nos coeficientes de variação para consumo e para consumo em percentagem do peso vivo em dietas com menor teor de fibra. Este aumento foi mais pronunciado a partir da dieta com 8% FDNf %MS, demonstrando que alguns animais conseguiam manter alto consumo, enquanto outros tiveram seu consumo reduzido.

Nas dietas com 8 e 3% FDNf % MS (Tabela 8) foram observados aumentos do CV para eficiência alimentar e consumo de energia metabolizável. Entretanto, para ganho de peso houve comportamento diferente, com redução no CV para a dieta com menor nível de fibra. Apesar que, o ganho de peso no tratamento de 3% foi bem inferior ao observado para as dietas com maior teor de fibra.

A variabilidade na digestibilidade de amido no trato total aumentou com a redução da fibra na dieta, o que é consistente com a maior variação no consumo de energia metabolizável.

Os dados da Tabela 9 são consistentes com esta grande variação na resposta biológica em dietas com níveis de fibra abaixo de 13%. Consumo individual de 4,04 kg/d, equivalentes a 1,02% do peso vivo em matéria seca foi observado para a dieta com 8% de FDNf %MS, um valor extremamente baixo para animais em terminação. Entretanto, quando avaliamos os consumos individuais máximos, eles são próximos aos observados em dietas com maior teor de fibra, sugerindo que alguns animais suportaram melhor dietas com menor teor de fibra. Parece importante que estudos busquem identificar estas diferenças, provavelmente através do perfil genético. É muito importante identificarmos animais com características genéticas que lhes permitam bons desempenhos em dietas com inclusões muito baixas de fibra.

Em resumo, há maior variabilidade nas dietas de baixa fibra (Tabela 8), que podem ser claramente expostas com diferenças de mais de 100% no consumo de matéria seca entre indivíduos (Tabela 9), quando comparamos as dietas com 18% e 3% de FDNf % MS, respectivamente.

Tabela 7. Valores médios para os parâmetros de desempenho ensaio de Caetano et al.¹

Itens ³	FDNf (%MS) ²			
	18%	13%	8%	3%
CMS, kg/dia	9,13	9,84	9,24	8,07
CMS, % PV	2,07	2,20	2,11	1,89
E:A, kg/kg	0,161	0,160	0,168	0,162
GMD, kg/d	1,45	1,57	1,50	1,33
CEM, Mcal/d	25,47	28,42	27,56	25,15
DATT, %	97,06	95,78	94,36	92,77

¹Dados coletados por Caetano et al. (2015).

²18%FDNf= Dieta com 18% de FDN de forragem com base na matéria seca; 13% FDNf= Dieta com 13% de FDN de forragem com base na matéria seca; 8% FDNf= Dieta com 8% de FDN de forragem com base na matéria seca; 3% FDNf= Dieta com 3% de FDN de forragem com base na matéria seca.

³CMS= Consumo de matéria seca; E:A2= Eficiência Alimentar; GMD= Ganho médio diário; CEM= Consumo de energia metabolizável; DATT= Digestibilidade aparente de amido no trato total

Tabela 8. Valores de CV e DP para os parâmetros de desempenho no ensaio de Caetano et al.¹

Ítems ⁴	FDNf (%MS) ²							
	CV (%) ³				DP ³			
	18%	13%	8%	3%	18%	13%	8%	3%
CMS, kg/dia	12,24	15,69	23,80	18,48	1,11	1,54	2,19	1,49
CMS, % PV	10,69	14,54	21,78	16,93	0,22	0,32	0,46	0,32
E:A, kg/kg	21,57	19,89	24,20	27,9	0,03	0,03	0,05	0,04
GMD, kg/d	27,28	22,69	25,38	18,64	0,39	0,35	0,38	0,25
CEM, Mcal/d	11,88	15,62	23,09	25,15	3,02	4,44	6,36	4,58
DATT, %	2,04	5,27	5,33	6,25	1,99	5,04	5,64	5,8

¹Dados coletados por Caetano et al. (2015).

²18%FDNf= Dieta com 18% de FDN de forragem com base na matéria seca; 13% FDNf= Dieta com 13% de FDN de forragem com base na matéria seca; 8% FDNf= Dieta com 8% de FDN de forragem com base na matéria seca; 3% FDNf= Dieta com 3% de FDN de forragem com base na matéria seca.

³CV= Coeficiente de variação; DP = Desvio padrão.

⁴CMS= Consumo de matéria seca; E:A2= Eficiência Alimentar; GMD= Ganho médio diário; CEM= Consumo de energia metabolizável; DATT= Digestibilidade aparente de amido no trato total

Tabela 9. Valores de Máximo e Mínimo entre as dietas experimentais, para os parâmetros de desempenho no ensaio de Caetano et al.¹

Ítems ³	FDNf (%MS) ²							
	Máximo				Mínimo			
	18%	13%	8%	3%	18%	13%	8%	3%
CMS, kg/dia	11,13	13,92	12,40	10,92	6,67	6,99	4,04	5,35
CMS, % PV	2,41	2,87	2,89	2,39	1,59	1,59	1,02	1,37
E:A, kg/kg	0,236	0,227	0,296	0,162	0,094	0,096	0,105	0,04
GMD, kg/d	2,25	2,23	2,16	1,86	0,79	0,67	0,75	0,73
CEM, Mcal/d	30,88	40,6	36,6	33,95	18,71	20,08	12,1	16,56
DATT, %	99,75	100	99,6	1,0	92,75	81,83	82,10	84,29

¹Dados coletados por Caetano et al. (2015).

²18%FDNf= Dieta com 18% de FDN de forragem com base na matéria seca; 13% FDNf= Dieta com 13% de FDN de forragem com base na matéria seca; 8% FDNf= Dieta com 8% de FDN de forragem com base na matéria seca; 3% FDNf= Dieta com 3% de FDN de forragem com base na matéria seca.

³CMS= Consumo de matéria seca; E:A2= Eficiência Alimentar; GMD= Ganho médio diário; CEM= Consumo de energia metabolizável; DATT= Digestibilidade aparente de amido no trato total.

3.1.2. Ensaio com animais

O ensaio com animais foi conduzido com redução progressiva da inclusão de FDNf ao longo do período de terminação em bovinos confinados, havendo, portanto, colinearidade tempo x dieta.

A escolha desse delineamento respeitou a hipótese de que os animais poderiam apresentar problemas fisiológicos e de bem-estar, o que iria requerer retirar os animais dos tratamentos. Ou seja, na medida em que se retira a fibra da dieta, animais podem entrar em algum tipo de desafio metabólico, e pelo protocolo aprovado pela Comissão de Ética, deveriam ser retirados dos tratamentos. Desta forma optou-se por uma sequência de dietas mais desafiadoras.

Com a redução das inclusões FDNf % MS durante os períodos experimentais, (Tabela 12), houve aumento do CV para os parâmetros de CMS (Kg), CMS (%PV), E:A, CMS%PV em FDN, consumo de amido (Kg), consumo de FDN (Kg) e consumo de energia metabolizável (Mcal/dia). De maneira semelhante, para a taxa de

mastigação (min/dia) houve um aumento do CV com redução do teor de FDNf % MS (Tabela 17).

Tabela 10. Estatística descritiva dos parâmetros de desempenho através das diferentes dietas experimentais durante o período de terminação no tempo acumulado.

(continua)

Dieta com 15% FDNf ²			
Itens ⁷	Média ¹	DP ¹	CV% ¹
Peso vivo inicial, kg	460,70	41,29	8,96
Peso vivo final, kg	478,6	43,07	9,00
GMD, kg	1,40	0,41	29,43
GMD, kg (apenas do período)	1,40	0,41	29,43
CMS, kg	11,28	1,76	15,60
CMS, % PV	2,43	0,42	17,30
E:A /kg	0,13	0,02	17,10
Dieta com 15 até 12% FDNf ³			
Itens ⁷	Média ¹	DP ¹	CV% ¹
Peso vivo inicial, kg	460,7	42,88	8,91
Peso vivo final, kg	509,6	44,76	9,057
GMD, kg	1,80	0,37	20,99
GMD, kg (apenas do período)	1,20	0,67	56,07
CMS, kg	11,12	1,81	16,31
CMS, % PV	2,3	0,44	19,47
E:A /kg	0,161	0,025	19,47
Dieta com 15 até 9%FDNf ⁴			
Itens ⁷	Média ¹	DP ¹	CV% ¹
Peso vivo inicial, kg	460,7	43,6	8,99
Peso vivo final, kg	543,3	45,91	5,91
GMD, kg	1,5	0,37	24,9
GMD, kg (apenas do período)	1,70	0,46	27,3
CMS, kg	10,77	1,84	17,17
CMS, % PV	2,173	0,41	19,13
E:A /kg	0,139	0,033	22,81

Tabela 10. Estatística descritiva dos parâmetros de desempenho através das diferentes dietas experimentais durante o período de terminação no tempo acumulado.

(conclusão)

Itens ⁷	Dieta com 15 até 6% FDNf ⁵		
	Média ¹	DP ¹	CV% ¹
Peso vivo inicial, kg	460,70	44,70	8,94
Peso vivo final, kg	564,70	46,67	8,92
GMD, kg	1,30	0,16	20,64
GMD, kg (apenas do período)	0,80	0,60	46,00
CMS, kg	10,27	1,86	18,28
CMS, % PV	2,02	0,40	20,30
E:A /kg	0,13	0,04	28,20
	Dieta com 15 to 3% FDNf (tempo total de terminação) ⁶		
Itens ⁷	Média ¹	DP ¹	CV% ¹
Peso vivo inicial, kg	460,7	45,55	8,90
Peso vivo final, kg	587,30	47,41	8,90
GMD, kg	1,30	0,33	25,34
GMD, kg (apenas do período)	0,50	1,24	249,38
CMS, kg	9,73	1,91	20,25
CMS, % PV	1,89	0,40	22,21
E:A /kg	0,13	0,04	29,10

¹Os dados acima mostram as médias, desvio padrão e variabilidade (CV%) dos animais recebendo as dietas experimentais com redução gradativa do teor de FDNf %MS para os parâmetros de desempenho.

²Representa o período de exposição na dieta com 15% FDNf (14 dias de período)

³Representa o período de exposição da dieta de 15% até 12%NDFf (35 dias de período).

⁴Representa o período de exposição da dieta de 15% até 9%NDFf (56 dias de período). ⁵Representa o período de exposição da dieta de 15% até 6%NDFf (77 dias de período).

⁶Representa o período total de experimento, da dieta de 15% até 3% FDNf (91 dias de período total).

⁷CMS= Consumo de matéria seca; GMD= Ganho médio diário; CM %PV= Consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo; E:A= Eficiência alimentar.

Esta Tabela (Tabela 10) mostra a média, DP e CV durante todo o período experimental. Conforme, existiu a redução progressiva das inclusões de FDNf% MS

(períodos acumulados) os valores de CV para os parâmetros de desempenho (CMS, CMS% PV e E:A) foram aumentando, o que se comprova que a partir do período acumulado de 15% até 9% FDNf %MS, houve um considerável aumento para CMS%PV e eficiência alimentar. O acréscimo se manteve para os períodos subsequentes em relação ao CV.

Quando se avaliou o CV para GMD (kg) em cada período experimental (15%, 12%, 9%, 6% e 3% com base na MS) obteve se valores altos de CV para todas as dietas. Entretanto, vale ressaltar, que no último período (dieta com 3% de FDNf% MS) houve um CV de 249,38% (Tabela 10), o que mostra uma elevada variabilidade. Esta informação é muito importante, pois existiu uma resposta a variabilidade animal extremamente alta, o que suporta nossa hipótese inicial. De modo semelhante, os dados de Caetano et al. (2015), o CV entre todas as dietas experimentais apresentaram comportamento semelhante e acima de 20%, para a característica de GMD (Kg).

Os coeficientes de variação para eficiência alimentar, podem ser obtidos na (Figura 3). Podemos notar que em ambos os dados de Caetano et al. (2015) e neste ensaio, houve o aumento do CV na medida que existiu a redução dos valores de inclusão de FDNf %MS. Quando se fez uma regressão para este parâmetro, obteve se valores de R^2 de 0,64 e 0,69 para os dados deste ensaio e de Caetano et al. (2015), consequentemente.

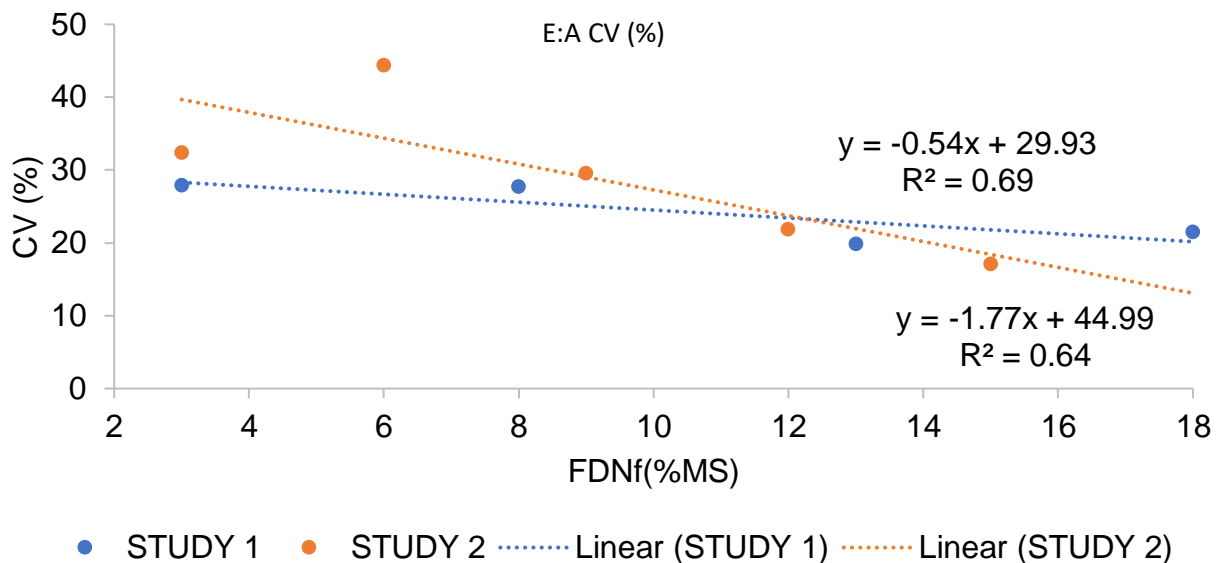


Figura 3. Conjunto de dados de Caetano et al. (2015) (STUDY 1) e do experimento em questão (STUDY 2) para o parâmetro de eficiência alimentar em relação ao CV (%).

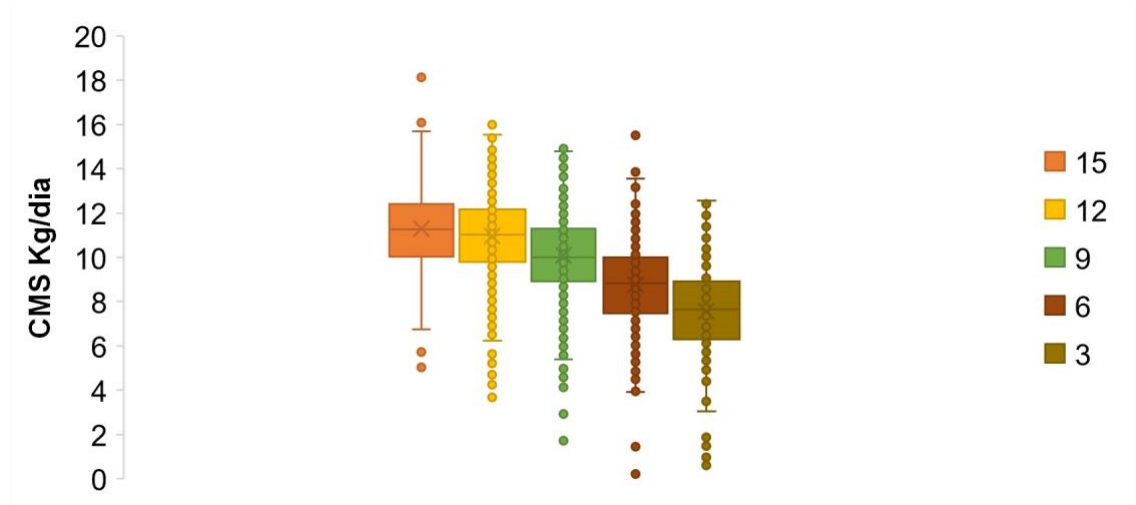


Figura 4. Dispersão dos dados do experimento atual, em relação ao CMS (Kg) e as dietas experimentais.

Onde:

15- Dieta com 15% de FDN de forragem com base na matéria seca.

12- Dieta com 12% de FDN de forragem com base na matéria seca.

9- Dieta com 9% de FDN de forragem com base na matéria seca.

6- Dieta com 6% de FDN de forragem com base na matéria seca.

3- Dieta com 3% de FDN de forragem com base na matéria seca.

Tabela 11. Valores médios para os parâmetros de desempenho no experimento atual.

Itens ²	FDNf (%MS) ¹				
	15%	12%	9%	6%	3%
CMS, kg/dia	11,28(448)	10,97(753)	10,08(635)	8,76(550)	7,56(152)
CMS %PV	2,43(448)	2,2(753)	1,89(634)	1,58(550)	1,35(152)
Consumo de amido, kg/dia	5,28(448)	6,22(753)	5,79(635)	5,11(550)	4,47(152)
Consumo de FDN, kg/dia	2,67(448)	2,31(753)	1,89(635)	1,44(550)	1,07(152)
Consumo de EM, Mcal	31,57(448)	31,2(752)	29,11(635)	25,7(550)	22,24(152)
Consumo de FDN % PV	0,58(448)	0,46(753)	0,36(635)	0,26(550)	0,19(152)
E:A, kg/kg	0,13(448)	0,109(753)	0,157(635)	0,091(550)	0,066(148)
Peso vivo, kg	466,8(546)	502,45(819)	528(815)	555,8(767)	565,8(377)
Amido Fecal, %	20,09 (20)	22,54(18)	22,56 (20)	27,87 (20)	21,71 (19)
DATT, %	89,03(20)	87,68(18)	87,67 (20)	84,74 (20)	88,14 (19)
Ingestão de água, kg/dia	27,37 (546)	26,7 (819)	24,44 (818)	23,35 (766)	19,2 (375)
Visitas com ingestão de água, n/dia	4 (546)	4 (819)	3 (818)	3 (766)	3 (375)

¹15% FDN = 15% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 14 dias de alimentação; 12% FDN = 12% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 9% FDN = 9% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 6% FDN = 6% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 3% FDN = 13% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 14 dias de alimentação.

²CMS= Consumo de matéria seca; GMD= Ganho médio diário; CM %PV= Consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo; E:A= Eficiência alimentar; Consumo de EM= Consumo de energia metabolizável (Mcal/Kg); Consumo de FDN= Consumo de fibra insolúvel em detergente neutro; Consumo de FDN %PV= Consumo de fibra insolúvel em detergente neutro em porcentagem do peso vivo; Amido fecal % MS= Amido fecal em porcentagem da matéria seca; DATT= Digestibilidade aparente de amido no trato total.

⁽ⁿ⁾Numero de observações por variável.

Tabela 12. Coeficiente de variação (%) para os parâmetros de desempenho no experimento atual.

Itens ²	FDNf (%MS) ¹				
	15%	12%	9%	6%	3%
CMS, kg/dia	15,6 (448)	17,03 (753)	18,88 (635)	21,64 (550)	28,1 (152)
CMS %PV	17,3 (753)	19,13 (753)	20,96 (634)	23,79 (550)	29,88 (152)
Consumo de amido, kg/dia	17,1 (448)	21,83 (753)	29,5 (635)	44,4 (550)	32,4 (148)
Consumo de FDN, kg/dia	15,61 (448)	17,03 (753)	18,88 (634)	21,64 (550)	28,1 (152)
Consumo de EM, Mcal	15,61 (448)	17,03 (753)	18,88 (635)	21,65 (550)	28,23 (152)
Consumo de FDN % PV	16,61 (448)	17,04 (752)	18,88 (635)	21,64 (550)	27,98 (152)
E:A, kg/kg	17,36 (448)	19,13 (753)	20,96 (635)	24,99 (550)	29,95 (152)
Peso vivo, kg	8,85 (546)	8,93 (819)	9,14 (815)	8,72 (767)	8,70 (377)
Amido Fecal, %	30,07 (20)	32,84 (20)	23,44 (20)	30,68 (20)	45,27 (19)
DATT, %	3,74 (20)	4,65 (18)	3,32 (20)	5,56 (20)	6,14 (29)
Ingestão de água, kg/dia	23,19 (546)	27,2 (819)	34,7 (818)	41,15 (766)	19,2 (375)
Visitas com ingestão de água, n/dia	36,09	38,4 (819)	45,49 (818)	47,66 (766)	50,35 (375)

¹15% FDN = 15% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 14 dias de alimentação; 12% FDN = 12% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 9% FDN = 9% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 6% FDN = 6% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 3% FDN = 13% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 14 dias de alimentação.

²CMS= Consumo de matéria seca; GMD= Ganho médio diário; CM %PV= Consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo; E:A= Eficiência alimentar; Consumo de EM= Consumo de energia metabolizável (Mcal/Kg); Consumo de FDN= Consumo de fibra insolúvel em detergente neutro; Consumo de FDN %PV= Consumo de fibra insolúvel em detergente neutro em porcentagem do peso vivo; Amido fecal % MS= Amido fecal em porcentagem da matéria seca; DATT= Digestibilidade aparente de amido no trato total.

⁽ⁿ⁾Numero de observações por variável.

Tabela 13. Desvio Padrão para os parâmetros de desempenho no experimento atual.

Itens ²	FDNf (%MS) ¹				
	15%	12%	9%	6%	3%
CMS, kg/dia	1,76 (448) ¹	1,87(753)	1,9(635)	1,9(550)	2,12(152)
CMS %PV	0,42(448)	0,42(753)	0,4(634)	0,37(550)	0,4(152)
Consumo de amido, kg/dia	0,82(448)	1,06(753)	1,09(635)	1,11(550)	1,26(152)
Consumo de FDN, kg/dia	0,42(448)	0,39(753)	0,36(635)	0,31(550)	0,3(152)
Consumo de EM ,Mcal	4,93(448)	5,35(752)	5,5(635)	5,56(550)	6,22(152)
Consumo de FDN % PV	0,1(448)	0,09(753)	0,07(635)	0,06(550)	0,06(152)
E:A, kg/kg	0,02(448)	0,03(753)	0,05(635)	0,06(550)	0,06(148)
Peso vivo, kg	41,3(546)	44,85(819)	48,26(815)	48,45(767)	49,23(377)
Amido Fecal, %	3,33 (20)	4,08(18)	2,91 (20)	4,71 (20)	5,42 (19)
DATT, %	3,33 (20)	4,08 (18)	2,91 (20)	4,71 (20)	5,42 (19)
Ingestão de água, kg/dia	6,35 (546)	7,26 (819)	8,48 (818)	9,61 (766)	8,82 (375)
Visitas com ingestão de água, n/dia	1,61 (546)	1,53 (819)	1,55(818)	1,45 (766)	1,33 (375)

¹15% FDN = 15% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 14 dias de alimentação; 12% FDN = 12% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 9% FDN = 9% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 6% FDN = 6% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 3% FDN = 13% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 14 dias de alimentação.

²CMS= Consumo de matéria seca; GMD= Ganho médio diário; CM %PV= Consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo; E:A= Eficiência alimentar; Consumo de EM= Consumo de energia metabolizável (Mcal/Kg); Consumo de FDN= Consumo de fibra insolúvel em detergente neutro; Consumo de FDN %PV= Consumo de fibra insolúvel em detergente neutro em porcentagem do peso vivo; Amido fecal % MS= Amido fecal em porcentagem da matéria seca; DATT= Digestibilidade aparente de amido no trato total.

⁽ⁿ⁾Numero de observações por variável.

Tabela 14. Valores Máximos para os parâmetros de desempenho no experimento atual.

Itens ²	FDNf (%MS) ¹				
	15 %	12 %	9 %	6 %	3 %
CMS, kg/dia	18,13(448)	16,33(753)	15,11(635)	15,5(550)	12,57(152)
CMS %PV	3,88(448)	3,64(753)	3,24(634)	2,91(550)	2,4(152)
Consumo de amido, kg/dia	8,49(448)	9,26(753)	8,69(634)	9,04(550)	7,43(152)
Consumo de FDN, kg/dia	4,29(448)	3,44(753)	2,84(635)	2,55(550)	1,78(152)
Consumo de EM, Mcal	50,73(448)	46,46(752)	43,64(635)	45,43(550)	37,4(152)
Consumo de FDN % PV	0,92(448)	0,77(753)	0,61(635)	0,48(550)	0,34(153)
E:A, kg/kg	0,28(448)	0,35(753)	0,98(635)	0,53(550)	0,96(148)
Peso vivo, kg	611,5(546)	650,8(819)	669(815)	691,75(767)	701(377)
Amido Fecal, %	30,3 (20)	34,9 (18)	33,8 (20)	43,2 (20)	41,3 (19)
DATT, %	94,76 (20)	98,06 (18)	94,65 (20)	91,95 (20)	98,23 (19)
Ingestão de água, kg/dia	50,03 (546)	54,7 (819)	56,98 (818)	87,55 (766)	64,6 (375)
Visitas com ingestão de água, n/dia	12 (546)	12 (819)	13(818)	9 (766)	8 (375)

¹15% FDN = 15% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 14 dias de alimentação; 12% FDN = 12% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 9% FDN = 9% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 6% FDN = 6% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 3% FDN = 13% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 14 dias de alimentação.

²CMS= Consumo de matéria seca; GMD= Ganho médio diário; CM %PV= Consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo; E:A= Eficiência alimentar; Consumo de EM= Consumo de energia metabolizável (Mcal/Kg); Consumo de FDN= Consumo de fibra insolúvel em detergente neutro; Consumo de FDN %PV= Consumo de fibra insolúvel em detergente neutro em porcentagem do peso vivo; Amido fecal % MS= Amido fecal em porcentagem da matéria seca; DATT= Digestibilidade aparente de amido no trato total.

⁽ⁿ⁾Numero de observações por variável.

Tabela 15. Valores Mínimos para os parâmetros de desempenho no experimento atual.

Itens ²	FDNf (%MS) ¹				
	15 %	12 %	9 %	6 %	3 %
CMS, kg/dia	5,04(448)	3,67(753)	1,71(635)	0,22(550)	0,60(152)
CMS %PV	1,08(448)	0,71(753)	0,33(634)	0,02(550)	0,10(152)
Consumo de amido, kg/dia	2,36(448)	2,08(753)	0,98(634)	0,13(550)	0,35(152)
Consumo de FDN, kg/dia	1,19(448)	0,77(753)	0,32(635)	0,04(550)	0,08(152)
Consumo de EM, Mcal	14,1(448)	10,45(752)	4,94(635)	0,63(550)	1,78(152)
Consumo de FDN % PV	0,25(448)	0,15(753)	0,11(635)	0,01(550)	0,01(153)
E:A, kg/kg	0,08(448)	0,08(753)	0,11(635)	0,04(550)	0,17(148)
Peso vivo, kg	397,9(546)	404,5(819)	404,75(815)	441(767)	461,5(377)
Amido Fecal, %	9,7 (20)	3,7 (18)	9,9 (20)	14,8 (20)	3,4 (19)
DATT, %	83,4 (20)	80,87 (18)	81,48 (20)	76,3 (20)	77,34 (19)
Ingestão de água, kg/dia	11,3 (546)	6 (819)	3,18 (818)	0,7 (766)	1,33(375)
Visitas com ingestão de água, n/dia	1 (546)	1 (819)	1(818)	1(766)	1 (375)

¹15% FDN = 15% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 14 dias de alimentação; 12% FDN = 12% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 9% FDN = 9% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 6% FDN = 6% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 3% FDN = 13% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 14 dias de alimentação.

²CMS= Consumo de matéria seca; GMD= Ganho médio diário; CM %PV= Consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo; E:A= Eficiência alimentar; Consumo de EM= Consumo de energia metabolizável (Mcal/Kg); Consumo de FDN= Consumo de fibra insolúvel em detergente neutro; Consumo de FDN %PV= Consumo de fibra insolúvel em detergente neutro em porcentagem do peso vivo; Amido fecal % MS= Amido fecal em porcentagem da matéria seca; DATT= Digestibilidade aparente de amido no trato total.

⁽ⁿ⁾Numero de observações por variável.

⁽ⁿ⁾Numero de observações por variável.

Os CV aumentaram na medida que a inclusão de FDNf% MS, foi reduzida para o parâmetro de CMS (Kg), para ambos os dados de Caetano et al. 2015 (Tabela 8) e deste experimento (Tabela 12).

É conhecido que a fibra desempenha um papel importante no consumo voluntário dos ruminantes (Mertens, 1992, 1997). Como o esperado, a variabilidade aumentou nos estudos quando as dietas com menores inclusões de fibra foram fornecidas. Alguns fatores biológicos, ajudam a explicar essa maior variabilidade, sendo atribuídas para: A teoria da oxidação hepática (Oba e Allen, 2003) e a acidose ruminal. Portanto, alguns indivíduos podem ter experienciado esse distúrbio metabólico, afetando diretamente o CMS (Kg), (Sowell et al.1999, Nagaraja e Tigmeyer 2017, Castillo-Lopez et al. 2014). É importante ressaltar que no experimento, apenas um animal apresentou sinais de acidose clínica, entretanto, muito provavelmente alguns quadros de acidose subclínica podem ter ocorrido.

Em relação ao fator genótipo, existem evidências claras que animais zebuínos são menos responsivos a dietas com maiores inclusões de concentrado devido ao tamanho de órgãos menores, expressões mais baixas de algumas enzimas amilolíticas, além de toda diferença evolutiva através dos séculos, quando comparados a animais taurinos (Van Soest, 1992; Olbrich, 1997; Marcondes et al., 2011 e Carvalho et al., 2019).

Este ensaio, mostrou um maior CV para o período experimental das dietas com 6% e 3% FDN % MS (21,64 e 28,61 respectivamente), para o parâmetro de consumo de amido com base na MS. Não obstante, existiu um comportamento semelhante dos dados (neste ensaio e Caetano et al., 2015), com os valores de CV maiores que 20% para as dietas com inclusões inferiores a 8% de FDNf% com base na MS em relação ao parâmetro de Consumo de EM Mcal com base na MS. Uma possível explicação para esses maiores CV é que energia metabolizável é altamente dependente do teor de NDT dietético (NASEM, 2016, RLM, 2022).

O conceito de FDN, pode ser explicado como a parte da parede celular das plantas, compreendendo celulose, hemicelulose e um composto fenólico conhecido como lignina (Van Soest, 1994, Jung e Deetz, 1995, Van Holme et al., 2008, NASEM, 2016). Houve maiores CV nas dietas com 9%, 6% e 3% FDNf % MS (20,96%, 24,99% e 29,95% respectivamente), comparando as dietas experimentais com 15% e 12% FDNf com base na MS, em relação ao consumo de FDN em %PV para este ensaio.

Conforme existiu a redução progressiva dos teores de FDNf% MS, o CV de diversos parâmetros relacionados ao consumo, aumentou. Por mais que os animais foram capazes de desempenhar em determinadas condições, principalmente nas dietas com baixas inclusões de fibra, a resposta amostral foi muito dispersa, evidenciando o aumento de variabilidade. Quando a inclusão de fibra decresceu, entre 9 e 8% FDNf% MS os animais zebuínos neste experimento e no de Caetano et al. (2015) apresentaram respostas muito dispersas. Esses valores de inclusão, corroboram com dados já existentes na literatura, (Caetano et al., 2015, 2019; De Melo et al. 2019; Goulart et al., 2020a, 2020b), apesar que somente neste experimento, foi medida a variabilidade.

Obteve-se CV acima de 20% para todas as dietas experimentais em relação ao amido fecal, neste experimento. Silvestre a Millen (2021) aplicaram um questionário sobre práticas em confinamentos brasileiros e identificaram que cerca de 40% dos nutricionistas entrevistados, utilizavam mais que 66% de grãos de cereais de inclusão. Esses valores assemelham-se com os valores de inclusão do experimento em relação às dietas experimentais. Existiram 3 dietas com mais de 66% de grãos (9%, 6% e 3% FDNf% MS, cujo apresentaram valores de inclusão de 68,3%, 74,2% e 80,15% respectivamente.) Por exemplo, a dieta com 3% de FDNf% MS apresentou o maior valor de CV, sendo de 45,27%. Esses altos valores se devem ao teor de amido das dietas e valores de máximo e mínimo de CMS 12,57 kg de MS e 0,6 kg de MS (Tabela 14 e Tabela 15), mostrando elevada variabilidade.

A taxa de passagem, interfere diretamente na digestibilidade de amido, (Huntigton 1997 e Ferrareto et al., 2013). Quando os animais estavam sendo expostos as dietas com maiores inclusões de FDNf% MS, existiu um aumento no CMS (kg), explicando valores altos de variabilidade para amido, (Mertens, 1997; Caetano et al., 2015; De Melo et al., 2019; Corona et al., 2006; Owens e Zinn, 1986; Zinn e Owens, 1983; Defoor et al., 2002). De maneira oposta, nas dietas com menores inclusões de FDNf% MS, o aumento na variabilidade também ocorreu. Nesse caso, os motivos poderiam ser atribuídos à redução da população de bactérias amilolíticas devido a um pH ruminal baixo e menor digestibilidade de amido nesse sítio de digestão (Owens et al., 1998, Nagaraja e Tigtmeyer 2007, Plaizier et al., 2012, Monteiro e Faciola, 2020).

Além disso, há evidências que existe uma limitação de digestão do amido que escapa pelo rúmen para o intestino delgado (Huntington et al., 2006, Trotta et al.,

2020). O excedente de amido que chega nesse sítio de digestão, não estimularia o aumento da expressão gênica de enzimas capazes de degradar o mesmo, (Theurer et al., 1999, Walker e Harmon, 1995, Baurer et al., 2001 e McLeod et al., 2008).

Pode se afirmar que a água, é presente em 99% do corpo de animais ruminantes, (NASEM, 2016). Como funções da água no metabolismo, pode se destacar: regulação da temperatura corporal, hidrólise de alguns minerais, homeostase e metabolismo celular, (Siebert e MacFarlane, 1975). Apesar disso, não se tem conhecimento de estudos que avaliaram o efeito da redução progressiva de FDNf% MS sobre a variabilidade animal em relação ao consumo de água.

Um dos principais conceitos sobre a importância de água para bovinos de corte foram discutidos por Winchester e Morris (1956). Segundo esses autores, o CMS (Kg) depende diretamente da ingestão de água. Com isso, parte dos valores elevados de CV para todos os parâmetros relacionados ao CMS, podem ser por parte justificados devido aos valores de variabilidade de ingestão de água.

Em nosso estudo, foi medido o CV (%) para consumo de água (Kg/dia) (Tabela 12). Surpreendentemente, apenas a dieta com 3% FDNf % MS, apresentou um CV menor que 20%. Este resultado não era esperado, já que existem evidências que a ingestão de água é impactada, por dietas com maiores inclusões de carboidratos fermentescíveis, (Cottee et al., 2004, Nagaraja e Titgemeyer, 2007, Owens et al., 1998, Penner et al., 2010, Kennard e Theriot, 2020).

De acordo com Owens e Basalan et al. (2016), osmolaridade plasmática e ruminal, podem aumentar durante episódios de acidose ruminal subclínica. Acompanhando a ingestão de água em tempo real, quando os animais foram expostos a dieta com 6% FDNf% MS, existiu um animal que apresentou uma ingestão de água de 87,67 kg/dia (Tabela 14). Isso pode ter levado o mesmo a um possível quadro de acidose ruminal, apesar de não ter sido medido nenhum parâmetro direto tal como: pH ruminal, que elucidasse esse distúrbio metabólico.

A frequência de visitas ao bebedouro com ingestão de água foi mensurada e as dietas com 15%, 12%, 9%, 6% e 3% de FDNf% MS, apresentaram um CV de 36,09%, 38,4%, 45,49%, 47,66% e 45,35% respectivamente (Tabela 12). Esse alto valor, independentemente do nível de FDNf% MS, pode ser atribuído a comportamentos intrínsecos dos animais.

Após o término do emprego da dieta com 3% FDNf %MS, houve um acréscimo na inclusão de fibra, visando avaliar a resposta dos animais por um período de 7 dias,

com objetivo de preservar a saúde e bem-estar dos mesmos. Sendo assim, como recomendado por Caetano et al. (2015), ofertou-se a dieta com 12 %FDNf %MS. Interessantemente, após esse manejo alimentar (Figura 5), houve um acréscimo de 1,3 Kg no CMS, 0,193 para E:A e de 1,85 GMD (kg por dia), quando comparado a 7 dias do período anterior (3% de FDNf% MS). Apesar dessa significativa melhora, essas informações são inconclusivas pois avaliou-se esse período por poucos dias.

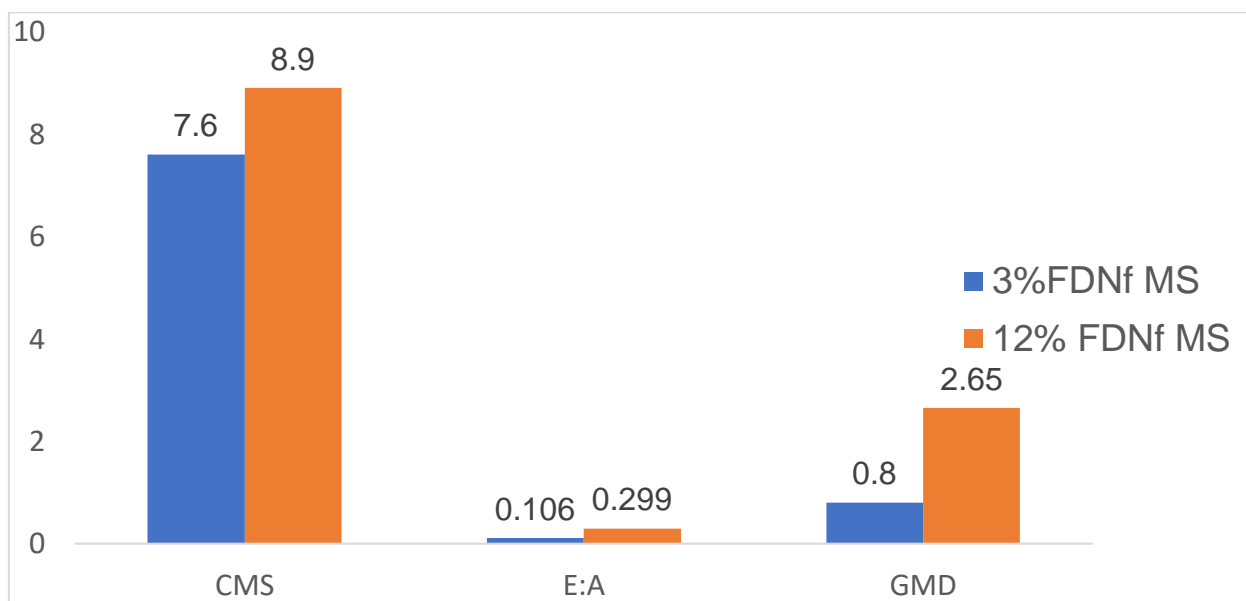


Figura 5. Valores médios, para as variáveis de CMS, E:A e GMD quando existiu a mudança de dieta de 3% FDNf% MS (últimos 7 dias) para 12% FDNf% MS, por um período de 7 dias, resultando nos últimos dias experimentais.

Sabe-se que a avaliação de parâmetros metabólicos tais como: pH ruminal, osmolaridade plasmática e ruminal, e produção de AGCC, são influenciadas diretamente pelo nível de fibra dietético (Owens 1996, Leonardi et al., 1995, Nagaraja e Tigtmeyer, 2007). Uma vez que, tanto no neste experimento como no conjunto de dados de Caetano et al. (2015), os parâmetros citados não foram medidos, tais medidas em futuros estudos que avaliem a variabilidade em relação aos níveis de fibra, enriqueceriam o conhecimento sobre essa abordagem.

3.1.3. Comportamento ingestivo

Para os parâmetros de comportamento ingestivo, apenas o experimento atual, avaliou essas medidas.

Para o parâmetro de taxa de ruminação (min/dia) (Tabela 17), independente da dieta empregada, obteve-se altos valores de CV, o que podem ser relacionados a fatores intrínsecos de cada animal. Para as dietas com 15%, 12%, 9%, 6% e 3% FDNf% MS, os valores obtidos de CV foram (23,17 %, 23,01%, 18,88%, 21,64% e 28,1 % respectivamente).

A taxa de ruminação é relacionada com a de produção de HCO_3^- que pode tamponar o ambiente ruminal, reduzindo a carga de prótons H^+ , que em excesso, pode desencadear distúrbios metabólicos Campbell et al. (1992). Algumas revisões têm mostrado a importância da taxa de ruminação para vacas de leite (Ferrareto et al., 2018), entretanto, dados para bovinos de corte são escassos. Em um estudo conduzido por Goulart et al. (2020b), avaliando diferentes fontes de fibra para nelore, constatou-se que para manter um pH ruminal saudável (acima de 6,2), o tempo de ruminação menor que 242 (min/dia), pode ser prejudicial para o bem-estar dos animais. Neste experimento, as dietas experimentais com 6% e 3% FDNf% MS, apresentaram valores médios menores (211,5 min/dia e 129,5 min/dia) respectivamente (Figura 6).

Tabela 16. Valores médios para os parâmetros de comportamento ingestivo.

Itens ²	FDNf (%MS) ¹				
	15%	12%	9%	6%	3%
Taxa de ruminação, min/dia	369,3(20)	303,3(20)	243(20)	211,3(20)	129,3(20)
Taxa de ócio, min/dia	955(20)	990(20)	1067(20)	1120,3(20)	1190(20)
Taxa de consumo, min/dia	102,3(20)	147(20)	136,3(20)	112,3(20)	100(20)
Taxa de mastigação min/dia	472(20)	450,3(20)	379,3(20)	324(20)	229,3(20)
Taxa de mastigação/FDN, kg/MS	179,46(20)	202,71(20)	226,93(20)	233,86(20)	191,11(20)
Taxa de mastigação/MS, kg/MS	41,98(20)	44,28(20)	40,6(20)	40,67(20)	29,07(20)
Taxa de ruminação/consumo de FDN, kg/MS	140,7(20)	135,2(20)	148,34(20)	146,71(20)	111,23(20)
Taxa de ruminação/MS ingerida, kg/MS	32,68(20)	28,81(20)	26,44(20)	26(20)	16,63(20)

¹15% FDN = 15% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 14 dias de alimentação; 12% FDN = 12% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 9% FDN = 9% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 6% FDN = 6% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 3% FDN = 13% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 14 dias de alimentação.

⁽ⁿ⁾Numero de observações por variável.

Tabela 17. CV (%) para os parâmetros de comportamento ingestivo.

Itens ²	FDNf (%MS) ¹				
	15%	12%	9%	6%	3%
Taxa de ruminação, min/dia	23,17(20)	23,01(20)	19,63(20)	24,17(20)	29,16(20)
Taxa de ócio, min/dia	8,24(20)	6,13(20)	5,30(20)	5,96(20)	4,36(20)
Taxa de consumo, min/dia	32,72(20)	25,08(20)	23,8(20)	30,78(20)	31,12(20)
Taxa de mastigação min/dia	19,22(20)	12,85(20)	14,09(20)	21,06(20)	22,51(20)
Taxa de mastigação/FDN, kg/MS	26,82(20)	20,75(20)	24,91(20)	25,71(20)	31,25(20)
Taxa de mastigação/MS, kg/MS	29,22(20)	21,8(20)	24,59(20)	27,67(20)	27,58(20)
Taxa de ruminação/consumo de FDN, kg/MS	29,22(20)	27,3(20)	26,56(20)	23,69(20)	29,83(20)
Taxa de ruminação/MS ingerida, kg/MS	27,84(20)	29,76(20)	27,53(20)	26,2(20)	31,6(20)

¹15% FDN = 15% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 14 dias de alimentação; 12% FDN = 12% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 9% FDN = 9% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 6% FDN = 6% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 3% FDN = 13% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 14 dias de alimentação.

⁽ⁿ⁾Numero de observações por variável.

Tabela 18. Valores de desvio padrão para os parâmetros de comportamento ingestivo.

Itens ²	FDNf (%MS) ¹				
	15%	12%	9%	6%	3%
Taxa de ruminação, min/dia	85,62(20)	69,83(20)	47,69(20)	51,12(20)	37,76(20)
Taxa de ócio, min/dia	78,71(20)	60,7(20)	56,58(20)	66,77(20)	51,9(20)
Taxa de consumo, min/dia		36,86(20)	32,49(20)	34,62(20)	31,12(20)
Taxa de mastigação min/dia	90,7(20)	57,9(20)	53,46(20)	68,24(20)	51,65(20)
Taxa de mastigação/FDN, kg/MS	48,12(20)	42,07(19)	56,52(20)	60,13(20)	59,73(19)
Taxa de mastigação/MS, kg/MS	12,27(20)	9,65(19)	9,98(20)	11,25(20)	8,02(19)
Taxa de ruminação/consumo de FDN, kg/MS	41,12(20)	36,9(20)	39,39(20)	34,75(20)	33,18(20)
Taxa de ruminação/MS ingerida, kg/MS	9,1(20)	8,58(19)	7,28(20)	6,81(20)	5,26(20)

¹15% FDN = 15% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 14 dias de alimentação; 12% FDN = 12% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 9% FDN = 9% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 6% FDN = 6% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 3% FDN = 13% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 14 dias de alimentação.

⁽ⁿ⁾Numero de observações por variável.

Tabela 19. Valores máximos para os parâmetros de comportamento ingestivo no experimento atual.

Itens ²	FDNf (%MS) ¹				
	15%	12%	9%	6%	3%
Taxa de ruminação, min/dia	500(20)	420(20)	340(20)	300(20)	190(20)
Taxa de ócio, min/dia	1110(20)	1110(20)	1170(20)	1240(20)	1290(20)
Taxa de consumo, min/dia	180(20)	250(20)	190(20)	180(20)	140(20)
Taxa de mastigação min/dia	630(20)	530(20)	480(20)	450(20)	310(20)
Taxa de mastigação/FDN, kg/MS	275,78(20)	297,9(19)	352,45(20)	358,7(20)	312,9(19)
Taxa de mastigação/MS, kg/MS	65,33(20)	62,74(19)	66,15(20)	64,77(20)	44,4(19)
Taxa de ruminação/consumo de FDN, kg/MS	218,01(20)	207,87(19)	250(20)	214,29(20)	317,04(19)
Taxa de ruminação/MS ingerida, kg/MS	51,69(20)	43,84(19)	49,6(20)	42,59(20)	25(20)

¹15% FDN = 15% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 14 dias de alimentação; 12% FDN = 12% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 9% FDN = 9% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 6% FDN = 6% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 3% FDN = 13% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 14 dias de alimentação.

⁽ⁿ⁾Numero de observações por variável.

Tabela 20. Valores mínimos para os parâmetros de comportamento ingestivo.

Itens ²	FDNf (%MS) ¹				
	15%	12%	9%	6%	3%
Taxa de ruminação, min/dia	230(20)	120(20)	140(20)	110(20)	70(20)
Taxa de ócio, min/dia	810(20)	900(20)	960(20)	1000(20)	1110(20)
Taxa de consumo, min/dia	40(20)	90(20)	50(20)	60(20)	40(20)
Taxa de mastigação min/dia	310(20)	360(20)	280(20)	210(20)	110(20)
Taxa de mastigação/FDN, kg/MS	90,45(20)	145,45(19)	148,65(20)	140,05(20)	100,72(19)
Taxa de mastigação/MS, kg/MS	15,07(20)	30,4(19)	27,9(20)	23,07(20)	14,3(19)
Taxa de ruminação/consumo de FDN, kg/MS	64,43(20)	63,16(19)	74,47(20)	83,97(20)	61,22(19)
Taxa de ruminação/MS ingerida, kg/MS	16,67(20)	10(19)	13,96(20)	15,71(20)	8,65(20)

¹15% FDN = 15% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 14 dias de alimentação; 12% FDN = 12% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 9% FDN = 9% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 6% FDN = 6% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 21 dias de alimentação; 3% FDN = 13% FDN de forragem na ração total (base na MS) durante 14 dias de alimentação.

⁽ⁿ⁾Numero de observações por variável.

As dietas com 6% e 3%FDNf % MS, apresentaram um CV %, acima de 20% (21,06% e 22,51%) para a variável de taxa de mastigação (min/dia), quando comparadas as dietas com 15%, 12% e 9% de FDNf %MS (Tabela 17). O cálculo para estimar este parâmetro é realizado através da soma entre taxa de ruminação (min/dia) e taxa de ingestão (min/dia), (Beauchemin, Mayekawa e Christissen, 2002). Esse parâmetro também está diretamente relacionado à saúde ruminal, devido a produção de bicarbonato, que auxilia a manutenção de um ecossistema ruminal saudável levando a um melhor bem-estar animal, (Pereira et al., 2021).

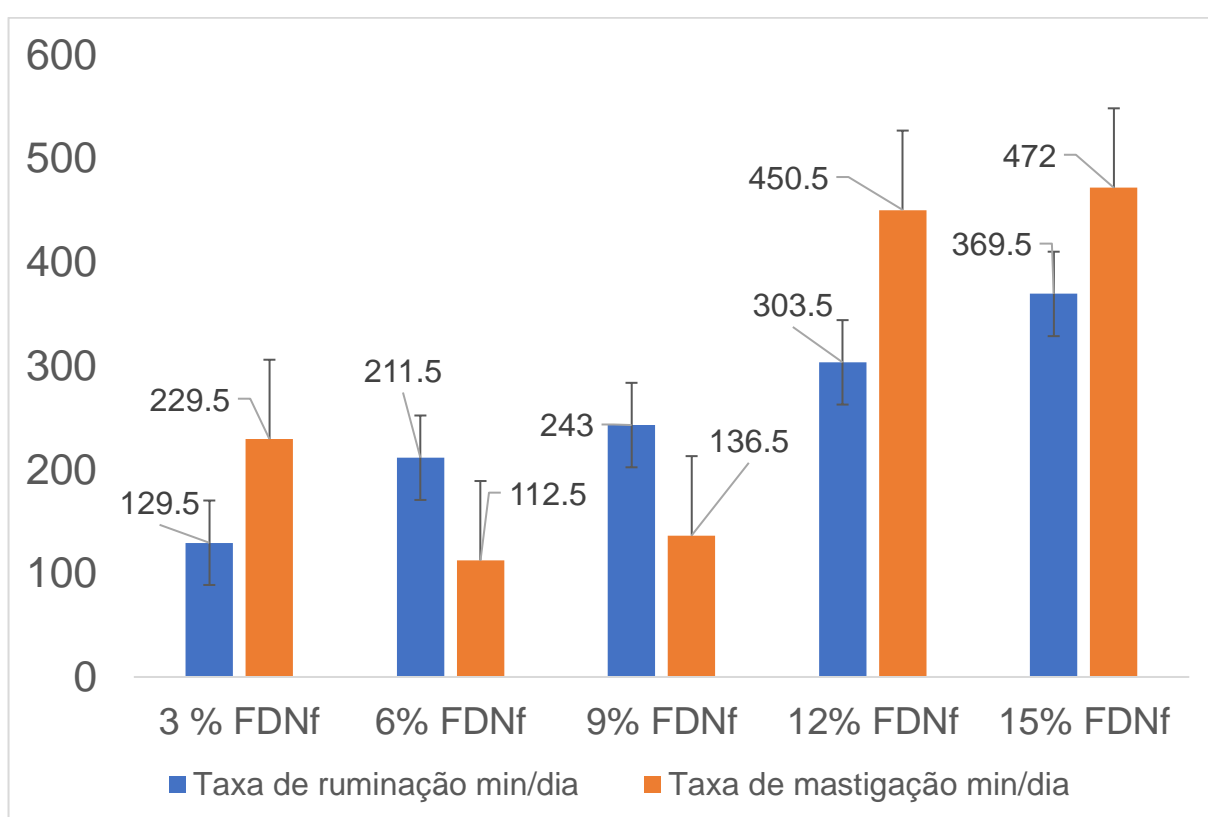


Figura 6. Valores médios para taxa de ruminação e mastigação (min/dia) de 20 bovinos machos nelore.

Dois experimentos conduzidos por Yang e Beauchemin (2007a; 2007b) avaliando o tamanho teórico de corte de forragens para bovinos de leite, encontraram que volumosos com tamanhos de cortes maiores que 10 milímetros, aumentaram a taxa de mastigação (min/dia). Neste experimento conduzido pelo nosso grupo, foi fornecido o volumoso com o tamanho de partículas de 12 milímetros, durante todo o período experimental. Portanto, podemos concluir que esse maior CV para taxa de mastigação (min/dia) atribui-se diretamente as dietas experimentais e não a fatores intrínsecos dos animais. Vale ressaltar, que não comparamos os valores de média

entre nenhum parâmetro nesse experimento, mas é evidente que a taxa de mastigação (min/dia) assim como a taxa de ruminação (min/dia), foi reduzida na mesma magnitude que a inclusão de fibra decresceu (Figura 6).

Independentemente do nível de FDNf% MS, os outros parâmetros estimados (Tabela 16) em relação ao comportamento ingestivo, apresentaram semelhantes valores de CV acima de 20%.

4. CONCLUSÕES

As análises conjuntas dos dois conjuntos de dados demonstram que as reduções no desempenho (consumo, ganho e conversão) estão associadas ao aumento dos coeficientes de variação das respostas para CMS (Kg), CMS (%PV) e eficiência alimentar, principalmente a partir de dietas com menos de 9% de FDNf com base na MS.

Durante o período com a dieta de 3%FDNf foi observado coeficiente de variação no ganho de peso de 249%. Isto sustenta a ideia de que muitos animais reduzem seus consumos de energia para se adaptar às dietas de baixa fibra e assim não apresentam problemas clínicos. Porém tem redução do desempenho e apresentam maior variabilidade.

Após longo período em dietas com baixa inclusão de fibra (9, 6 e 3% FDNf com base na MS) foi possível documentar grandes aumentos no consumo, ganho de peso e eficiência alimentar com o uso da dieta com inclusão de 12%FDNf % MS, embora que por um período curto.

REFERÊNCIAS

ABCZ- Associação Brasileira de Criadores de Zebu. 2021. Disponível em < <https://www.abcz.org.br>)

ABIEC- Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. 2021. Exportações brasileiras de carne bovina. Disponível em < [step:// abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2021/](http://step.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2021/) Accessed on January 14, 2022.

Andrade T.S, Albertini T.Z, Barioni L.G, Medeiros, S.R, Millen D.D, Santos A.C.D, Goulart R.S, Lanna, D.P.D Perception of consultants, feedlot owners, and packers regarding management and marketing decisions on feedlots: a national survey in Brazil (Part II). **Canadian Journal of Animal Science**. 100(4): 759-770. <https://doi.org/10.1139/cjas-2019-0220>

ANDREW S. KENNARD, JULIE A. Theriot. Osmolarity-independent electrical cues guide rapid response to injury in zebrafish epidermis **bioRxiv** 2020.08.05.237792; doi: <https://doi.org/10.1101/2020.08.05.237792>

ANTONIO, F.M, MARQUES R. S, GOUVÊA, V. N. SOUZA, J. BATALHA, C, BASTO, D, C. MILLEN, D, D. DROUILLARD J.S, SANTOS, F, A, P. Effects of dietary roughage neutral detergent fiber levels and flint corn processing method on growth performance, carcass characteristics, feeding behavior, and rumen morphometrics of *Bos indicus* cattle, **Journal of Animal Science**, Volume 97, Issue 8, August 2019, Pages 3562–3577, <https://doi.org/10.1093/jas/skz197>

ARIAS, R.A. E MADER, T.L. Environmental Factors Affecting Daily Water Intake on Cattle Finished in Feedlots. **Journal of Animal Science**, 89, 245-251, 2011. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3014>

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16a ed., 3a rev. Gaithersburg. 1997. v.2, cap. 32, p.1-43.

BEAUCHEMIN, K.A.; MAEKAWA, M.; CHRISTENSEN, D.A. Effect of diet and parity on meal patterns of lactating dairy cows. **Canadian Journal of Animal Science**, Alberta, v. 82, p. 215-223, 2002.

BEEDE, D.K. 2012. What will our ruminants drink? *Anim. Frontiers*. 2:36 – 43. Accessed March 25, 2022. <http://dx.doi.org/10.2527/af.2012-0040>.

BEVANS DW, BEAUCHEMIN KA, SCHWARTZKOPF-GENSWEIN KS, MCKINNON JJ, MCALLISTER TA. Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. **J Anim Sci**. 2005 May;83(5):1116-32. doi: 10.2527/2005.8351116x. PMID: 15827257.

CAETANO, M., C. M. BITTAR, D. P. D. LANNA. Desenvolvimento de equações para predição do teor de amido fecal de bovinos por espectroscopia de reflectância do infravermelho próximo (NIRS). In: **Proc. 46th Soc. Bras. Zootec.**, Maringá, Brazil. CD-ROM, 2009.

CAETANO, M., GOULART, R., SILVA, S., DROUILLARD, J. S., LEME, P., & LANNA, D. Effect of flint corn processing method and roughage level on finishing performance of Nelore-based cattle. **J. Anim. Sci.**, 93(8), 4023–4033, 2015.

CAETANO, M.; GOULART, R. S.; RIZZO, P. M.; SILVA, S. L.; DROUILLARD, J. S.; LEME, P. R. AND LANNA, D. P. D. Impact of flint corn processing method and dietary starch concentration on finishing performance of Nelore bulls. **Animal Feed Science and Technology**. 251:166-175. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.03.006>, 2019.

CAMPBELL, C. P., S. A. MARSHALL, I. B. MANDELL, AND J. W. WILTON. Effects of source of dietary neutral detergent fiber on chewing behavior in beef cattle fed pelleted concentrates with or without supplemental roughage. *J. Anim. Sci.* 70:894– 903. doi:10.2527/1992.703894x, 1992.

CARVALHO, J. R. et al. Total nutrient digestibility and small intestine starch digestion in Nelore and Angus young bulls fed a whole shelled corn diet. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 103, n. 1, p. 8-16, 2019.

CASTILLO-LOPEZ E, WIESE BI, HENDRICK S, *et al.* Incidence, prevalence, severity, and risk factors for ruminal acidosis in feedlot steers during backgrounding, diet transition, and finishing. **J Anim Sci** 2014;92(7):3053-3063. doi:10.2527/jas.2014-7599

CORRÊA, L. B., NETTO, A. S., CÔNSOLO, N. R. B., GARRINE, C. M. L. P., YOSHIKAWA, C. Y. C., DA CUNHA, J. A., DA SILVA, J.S, SILVA, S.L, ZANETTI, M. A. (2021). Effects of canola oil and antioxidants on performance, serum parameters, carcass traits, and rumen fermentation patterns of Nelore cattle. **Animal**, 15(6), 100217.

COSTA, N.H. de A.D. *et al.* Novo método de classificação de coeficiente de variação para a cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.243-249, 2002. Available from: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v37n3/8996.pdf>>. Acessado: Jun, 9 2022. doi: 10.1590/S0100-204X2002000300003

COTTEE. G, KYRIAZAKIS, I, WIDOWSKI, T.M. LINDINGER M.I. *et al.* The Effects of Subacute Ruminal Acidosis on Sodium Bicarbonate-Supplemented Water Intake for Lactating Dairy Cows, **Journal of Dairy Science**, Volume 87, Issue 7,2004, Pages 2248-2253, ISSN 0022-0302, [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)70045-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)70045-4).

COUTO, M.F. *et al.* Classificação dos coeficientes de variação para a cultura da cana de açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.46, n.6, p.957-961,2013. Available from: <<http://revistas.bvs-vet.org.br/crural/article/view/21823>>. Accessed: Jan. 20, 2015. doi: 10.1590/S0103- 84782013000600003.

DE VRIES, M., BOKKERS, E.A., VAN SCHAIK, G., ENGEL, B., DIJKSTRA, T., DE BOER, I.J., 2014. Exploring the value of routinely collected herd data for estimating dairy cattle welfare. **Journal of Dairy Science** 97, 715–730.

DEFOOR, P. J., M. L. GALYEAN, G. B. SALYER, G. A. Nunnery, and C. H. Parsons. 2002. Effects of roughage sources and concentration on intake and performance by finishing heifers. **J. Anim. Sci.** 81:E8–E16. doi:10.2527/2002.8061395x

DWAYNE R. Buxton, Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors, **Animal Feed Science and Technology**, Volume 59, Issues 1–3,1996, Pages 37-49, ISSN 0377-8401, [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(95\)00885-3](https://doi.org/10.1016/0377-8401(95)00885-3).

FARIA FILHO, D.E. et al. Classification of coefficients of variation in experiments with commercial layers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.12, n.4, p. 255-257, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-635X2010000400006>. Accessed: Jan. 20, 2015. doi: 10.1590/ S1516-635X2010000400006.

FERRARETTO LF, CRUMP PM, SHAVER RD. Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a meta-analysis. **J Dairy Sci**. Jan;96(1):533-50. doi: 10.3168/jds.2012-5932. Epub 2012 Nov 17. PMID: 23164230, 2013.

FOX, D. G., L. O. TEDESCHI, T. P. TYLUTKI, J. B. RUSSELL, M. E. VAN AMBURGH, L. E. CHASE, A. N. PELL, AND T. R. Overton. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **Anim. Feed Sci. Technol.** 112:29–78, 2004.

GALYEAN, M.L.; GOETSCH, A.L. Utilization of forage fiber by ruminants. In: JUNG, H.G.; BUXTON, D.R.; HATFIELD, R.D.; RALPH, J. (Ed.) Forage cell wall structure and digestibility. **Madison: ASA, CSSA, SSSA.** p.33-71, 1993.

GARCIA, C.H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. Piracicaba: Ipef. 12p. (Circular técnica, 171). Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/ctecnica/nr171>, 1989.

GARRET, W.N. Factors influencing energetic efficiency of beef production. **J. Anim. Sci**, 51(6):1434-1440, 1980.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Nobel. 467p, 1985.

GOULART, R. S., VIEIRA, R. A. M., DANIEL, J. L. P., AMARAL, R. C., SANTOS, V. P., FILHO, S. G. T., CABEZAS- Garcia, E. H., Tedeschi, L. O., Nussio, L. G. Effects of source and concentration of neutral detergent fiber from roughage in beef cattle diets on feed intake, ingestive behavior, and ruminal kinetics. **J. Anim. Sci.** 98, 1-15, 2020a.

GOULART, R. S., VIEIRA, R. A. M., DANIEL, J. L. P., AMARAL, R. C., SANTOS, V. P., FILHO, S. G. T., CABEZAS- GARCIA, E. H., TEDESCHI, L. O., NUSSIO, L. G. Effects of source and concentration of neutral detergent fiber from roughage in beef cattle diets: Comparison of methods to measure the effectiveness of fiber. **J. Anim. Sci.** 98, 1-9, 2020b.

GUIMARÃES, TIAGO P., RESTLE, JOÃO, MOREIRA, KÍRIA KAROLLINE G., FREITAS NETO, MARCONDES D. DE, SOUZA, LEONARDO FREDERICO N., MORAES, ÉMERSON G., & FERNANDES, JULIANO JOSÉ R. (2020). Temperament and performance of Nellore bulls classified for residual feed intake in a feedlot system. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 92(3), e20190222. Epub September 14, 2020.<https://doi.org/10.1590/0001-3765202020190222>

HALEY, D. B., D. W. BAILEY, AND J. M. STOOKEY. The effects of weaning beef calves in two stages on their behavior and growth rate. **J. Anim. Sci.** 83:2205–2214, 2005.

HUNTINGTON, G. B. Starch utilization by ruminants: From basics to the bunk. **J. Anim. Sci.** 75:852–867, 1997.

JUNG, H. G., AND M. S. ALLEN. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **J. Anim. Sci.** 73:2774–2790. doi:10.2527/1995.7392774x, 1995.

KRAJCARSKI-HUNT, H.; PLAIZIER, J.C.; WALTON, J.P. *et al.* short communication: effect of subacute ruminal acidosis on in situ fiber digestion in lactating dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v.85 p.570-573, 2002.

L. CORONA, F. N. OWENS, R. A. ZINN. Impact of corn vitreousness and processing on site and extent of digestion by feedlot cattle, **Journal of Animal Science**, Volume 84, Issue 11, November. Pages 3020–3031, 2006. <https://doi.org/10.2527/jas.2005-603>

LAMMERS, B. P., D. R. BUCKMASTER, AND A. J. HEINRICHS. A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. **J. Dairy Sci.** 79:922–928, 1996.

LEONARDI, C., SHINNERS, K.J., AND ARMENTANO, L.E. Effect of different dietary geometric mean particle length and particle size distribution of oat silage on feeding behavior and productive performance of dairy cattle. (15653537) **J. Dairy Sci.** 88: 698–710, 2005.

BAUER, M.L. HARMON, D.L. MCLEOD, G.B. Huntington, Influence of α -linked glucose on jejunal sodium–glucose co-transport activity in ruminants, *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, Volume 129, Issues 2–3, Pages 577-583, ISSN 1095-6433, 2001. [https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(01\)00296-3](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(01)00296-3).

MARCONDES, M. I., S. C. VALADARES FILHO, I. M. OLIVEIRA, P. V. R. PAULINO, R. F. D. VALADARES, E. DETMANN. Eficiência alimentar de bovinos puros e mestiços recebendo alto ou baixo nível de concentrado. **R. Bras. Zootec.** 40:1313–1324. doi:10.1590/S1516-35982011000600021, 2011.

MC LEOD, K.R., BALDWIN, R.L., EL-KADI, S.W., & HARMON, D.L. SITE OF STARCH DIGESTION: IMPACT ON ENERGETIC EFFICIENCY AND GLUCOSE METABOLISM IN BEEF AND DAIRY CATTLE, 2008.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **J. Dairy Sci.** 80:1463–1481. doi:10.3168/jds. S0022-0302(97)76075-2, 1997.

MERTENS, D.R. Análise de fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: Simpósio Internacional de Ruminantes. **Anais SBZ**,188, MG., 1992

MILLEN, D. D., R. D. L. PACHECO, M. D. B. ARRIGONI, M. L. GALYEAN, AND J. T. VASCONCELOS. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **J. Anim. Sci.** 87:3427–3439. doi:10.2527/jas.2009-1880, 2009.

MONTEIRO, H.F.; FACIOLA, A.P. Ruminal acidosis, bacterial changes, and lipopolysaccharides. **J. Anim. Sci.**,98, skaa248, 2020.

NAGARAJA, T. G., AND E. C. TITGEMEYER. Ruminal acidosis in beef cattle: The current microbiological and nutritional outlook. **J. Dairy Sci.** 90(E. Suppl.): E17–E38, 2007.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, NASEM, 2016. Nutrient requirements of beef cattle: Eight Revised Edition. Washington, DC: **The National Academies Press**. doi.org/10.17226/19014.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. Nutrient requirements of beef cattle. 5th ed., Washington, D.C.: **National Academy Press**, 1976.

NICHOLSON, M.J. AND BUTTERWORTH, M.H. A guide to condition scoring of zebu cattle. ILCA, **Addis Ababa Ethiopia**, 212-235, 1986.

OBA M, ALLEN MS. Effects of diet fermentability on efficiency of microbial nitrogen production in lactating dairy cows. **J Dairy Sci.** Jan;86(1):195-207, 2003. doi: 10.3168/jds. S0022-0302(03)73600-5. PMID: 12613865.

OLBRICH, J. F. The effect of corn particle size and corn silage level on the performance of Angus (*Bos taurus*) and Brahman (*Bos indicus*) steers. Gainesville, FL: University of Florida, 1997.

OWENS F.N, BASALAN, M RUMINAL FERMENTATION D. MILLEN, M. DE BENI ARRIGONI, R. Lauritano Pacheco (Eds.), **Rumenology**, Springer, Cham, pp. 63-102, 2016.

OWENS F.N, ZINN R.A, KIM Y.K. Limits to Starch Digestion in the Ruminant Small Intestine, **Journal of Animal Science**, Volume 63, Issue 5, November 1986, Pages 1634–1648, Pages 3020–3031, 2005. <https://doi.org/10.2527/jas.2005-603>.

OWENS, F. N., D. S. SECRIST, W. J. HILL, D. R. GILL. Acidosis in cattle: A review. **J. Anim. Sci.** 76:275–286, 1998.

PATERSON, J.A.; BELYEA, R.L.; BOWMAN, J.P. The impact of forage quality and supplementation regimen on ruminant animal intake and performance. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) Forage quality, evaluation, and utilization. Madison: **American Society of Agronomy**. p.59-114, 1994.

PENNER G, OBA M, GÄBEL G, ASCHENBACH J. A single mild episode of subacute ruminal acidosis does not affect ruminal barrier function in short term. **J Dairy Sci** 93, 4838-4845, 2010.

PEREIRA M.N, MORAIS JÚNIOR N.N, CAPUTO R. *et al.* Methionine precursor effects on lactation performance of dairy cows fed raw or heated soybeans **J. Dairy Sci.**, 104, pp. 2996-3007, 10.3168/jds.2020-18696, 2021.

PINTO, ANA C. J.; MILLEN, DANILO D. Nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists: The 2016 Brazilian survey. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 99, n. 2, p. 392-407, 2019. Available at: <<http://hdl.handle.net/11449/190379>>.

PLAIZIER J. C., KHAFIPOUR E., LI S., GOZHO G. N., KRAUSE D. O. Subacute ruminal acidosis (SARA), endotoxins and health consequences. **Anim. Feed Sci. Technol.** 172, 9–21, 2012. 10.1016/j.anifeedsci.2011.12.004

PRICE, D. The rumen in the feedlot. **Feedlot Management. Minneapolis**, v. 27, n.1, p.12-15, 1985.

SIEBERT, B. D., AND W. V. MACFARLANE. "Dehydration in Desert Cattle and Camels." **Physiological Zoology**, vol. 48, no. 1. pp. 36–48, 1975. <http://www.jstor.org/stable/30155636>. Accessed 3 Jan 2022.

SILVESTRE A.M, MILLEN, D.D. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. **Rev. Bras. Zootec.**, 50, 2021. Article e20200189, 10.37496/rbz5020200189

SOUSA, DEBORA GOMES DE. **Estudo dos dados de plataformas de obtenção do peso e do consumo de água em tempo real para bovinos de corte**. 2021. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2021. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-11042022-152715/>. Acesso em: 27 set. 2022.

SOWELL, B. F., M. E. BRANINE, J. G. P. BOWMAN, M. E. HUBBERT, H. W. SHERWOOD, AND W. F. QUIMBY. Feeding and watering behavior of healthy and morbid steers in a commercial feedlot. **J. Anim. Sci.** 77:1105–1112, 1999.

STEDMAN, T. L. **Stedman's Medical Dictionary**. Williams and Wilkins, Baltimore, MD, 1982.

SWANSON KC, CARLSON ZE, RUCH MC, GILBERY TC, UNDERDAHL SR, KEOMANIVONG FE, BAUER ML, ISLAS A. Influence of for- age source and forage inclusion level on growth perform- ance, feeding behavior, and carcass characteristics in finishing steers. **J Anim Sci.** 95(3):1325–1334, 2017.

THEURER, C.B.; SWINGLE, R.S.; WANDERLEY, R.C. *et al.* Sorghum grain flake density and source of roughage in feedlot cattle diets. **Journal of Animal Science**, v.77, p.1066-1073, 1999.

TROTTA, R. J., L. G. SITORSKI, S. ACHARYA, D. W. BRAKE, AND K. C. SWANSON. Duodenal infusions of starch with casein or glutamic acid influence pancreatic and small intestinal carbohydrase activities in cattle. **J. Nutr**, 2020. doi:10.1093/jn/nxz319

VAN HOLME R, MORREEL K, RALPH J, BOERJAN W. Lignin engineering. **Curr Opin Plant Biol** 11: 278–285, 2008.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca (NY): Cornell Univ. Press, 1994.

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., & LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci**, 74(10), 3583– 3597, 1991. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).

VAZ, M.B; PACHECO, P.S; SEIDEL, E.S; ANSUJ, A.P. Classification of the coefficient of variation to variables in beef cattle experiments. **Ciência Rural [online]**. v. 47, n. 11, 2017. [Accessed 21 September 2022] , e20160946. Available from: <<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20160946>>. Epub 21 Sept 2017. ISSN 1678-4596. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20160946>.

WALKER JA, HARMON DL. Influence of ruminal or abomasal starch hydrolysate infusion on pancreatic exocrine secretion and blood glucose and insulin concentrations in steers. **J Anim Sci.** 1995. Dec;73(12):3766-74. doi: 10.2527/1995.73123766x. PMID: 8655453.

WINCHESTER, C.F., AND M.J. MORRIS. Water intake rates of cattle. **Journal of Animal Science**, 15, 722–74, 1956.

YANG, W. Z., AND K. A. BEAUCHEMIN. Altering physically ef- fective fiber intake through forage proportion and particle length: Chewing and ruminal pH. **J. Dairy Sci.** 90:2826–2838, 2007a.

YANG, W. Z., AND K. A. BEAUCHEMIN. Altering physically effective fiber intake through forage proportion and particle length: Digestion and milk production. *J. Dairy Sci.* 90:3410–3421, 2007b.

YU, P. HUBER, J.T, SANTOS, F.A.P, SIMAS, J.M. THEURER, C.B. Effects of Ground, Steam-Flaked, and Steam-Rolled Corn Grains on Performance of Lactating Cows. **Journal of Dairy Science**, Volume 81, Issue 3, Pages 777-783, ISSN 0022-0302, [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)756346](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)756346), 1998.

ZINN RA, OWENS FN. Influence of feed intake level on site of digestion in steers fed a high concentrate diet. **J Anim Sci.** Feb;56(2):471-5. doi: 10.2527/jas1983.562471x. PMID: 6841293, 1983.

ZINN, R.A.; BARRERAS, A.; CORONA, L.; OWENS, F.N.; WARE, R.A. Starch digestion by feedlot cattle: Predictions from analysis of feed and fecal starch and nitrogen. **J. Anim. Sci**, Savoy, v. 85, p. 1727-1730, 2007.