

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

JULIANA ALVES DE ÁVILA

**COMPOSIÇÃO DA DIETA FORMULADA, OFERTADA E DAS
SOBRAS DE BOVINOS DE CORTE EM CONFINAMENTO**

Uberlândia – MG

2021

JULIANA ALVES DE ÁVILA

**COMPOSIÇÃO DA DIETA FORMULADA, OFERTADA E DAS
SOBRAS DE BOVINOS DE CORTE EM CONFINAMENTO**

Monografia apresentada à coordenação do curso de graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial a obtenção do título de Zootecnista.

Orientadora: Prof.^a Dra. Simone Pedro Silva.

Uberlândia – MG

2021

JULIANA ALVES DE ÁVILA

**COMPOSIÇÃO DA DIETA FORMULADA, OFERTADA E DAS
SOBRAS POR BOVINOS DE CORTE EM CONFINAMENTO**

Monografia apresentada à coordenação do curso de graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial a obtenção do título de Zootecnista.

Orientadora: Prof.^a Dra. Simone Pedro Silva.

APROVADA EM: 22/10/2021

PROF.^a DRA. SIMONE PEDRO DA SILVA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA – UFU

PROF.^a DRA. ELIANE DA SILVA MORGADO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA – UFU

Mestrando JHONATAN GONÇALVES SILVA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA – UFU

Uberlândia - MG

2021

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus pela vida, saúde, proteção e por ter me guiado sempre nos melhores caminhos;

Aos meus pais, Márcio e Angélica, pela confiança, apoio nos momentos difíceis e por todas as escolhas e oportunidades que me foram dadas, tornando possível alcançar meus sonhos e objetivos.

Ao meu irmão Felipe pela compreensão, incentivo e carinho.

A minha família, tios(as), avós, primos(as) pelo apoio e comemoração por cada passo e conquista obtida.

A minha orientadora Dr. Simone Pedro da Silva pela dedicação para com meu aprendizado, pela oportunidade e confiança em mim depositada.

A todos do GEMEGA e LABAN que estiveram presentes durante o período experimental, se dedicando e auxiliando para que tudo desse certo.

A minha companheira de faculdade e de vida, Mariana, por estar sempre ao meu lado, me apoiando, motivando e amparando nos momentos difíceis.

A Universidade Federal de Uberlândia pela oportunidade e estrutura cedida para a condução desse estudo.

Enfim, a todos que participaram direta ou indiretamente de minha vida e que contribuíram de algum modo para meu crescimento.

Muito obrigada!

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina!”

Cora Coralina.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Classificação dos ruminantes de acordo com o hábito alimentar.

Figura 2 – Conjunto de Peneiras Penn State Particle Size Separator (PSPSS).

Figura 3 – Área dos cochos individuais equipados com sistema GrowSafe®.

Figura 4 – Sequência do fornecimento da dieta no confinamento.

Figura 5 – Vagão misturador Unimix-1200, Casale®.

Figura 6 – Realização do quarteamento das amostras da dieta ofertada e sobras.

Figura 7 – Peneiramento das amostras da dieta total e sobras.

Figura 8 – Modo de agitação do Penn State Separator (PSPSS) para separação de partículas nas peneiras

Figura 9 – Estufa de ventilação forçada e moinho tipo Willey.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição química bromatológica da dieta formulada.

Tabela 2 – Composição química bromatológica da dieta formulada e da dieta ofertada aos animais durante o período experimental e a diferenças entre ambas.

Tabela 3 – Composição química bromatológica da dieta ofertada e das sobras dos animais durante o período experimental e a diferenças entre ambas.

Tabela 4 – Distribuição das partículas retidas nas peneiras de tamanho >19mm, >8mm, >1,18mm e <1,18mm, média, desvio padrão (DV) e coeficiente de variação (CV) da dieta ofertada aos bovinos nos diferentes cochos.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CQBAL – Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Ruminantes

DC – Dieta Consumida

DF – Dieta Formulada

DO – Dieta Ofertada

EE – Extrato Etéreo

FDA – Fibra em Detergente Ácido

FDN – Fibra em Detergente Neutro

FDNe - Fibra Efetiva

FDNfe – Fibra em Detergente Neutro Fisicamente Efetiva

Fef – Fator de efetividade da fibra

GMD – Ganho Médio Diário

INCT-CA - Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Ciência Animal

IS – Índice de Seleção

LABAN – Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal

MS – Matéria Seca

NRC – Nacional Research Council

PB – Proteína Bruta

PC – Peso Corporal

PSPSS - Penn State Particle Size Separator

TP – Tamanho de Partícula

TMR – Total Mixed Ration

RTM – Ração Total Misturada

UFU – Universidade Federal de Uberlândia

RESUMO

A crescente conscientização dos consumidores em relação à segurança alimentar, bem-estar animal e impactos ambientais agrícolas, simultaneamente com o aumento dos custos com a alimentação são fatores que tornam cada vez mais indispensáveis a otimização da nutrição em sistemas de produção. Por isso, discrepâncias entre as dietas formuladas, ofertadas e sobras pelos bovinos devem ser mínimas para que esta seja de fato aplicada. Com isso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a composição química e física das dietas formulada, ofertada e das sobras, com a finalidade de analisar a precisão de mistura e similaridade das dietas em confinamento de bovinos de corte. O estudo foi realizado na Fazenda Experimental Capim Branco e Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal (LABAN), pertencente à Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia (FAMEV/UFU). Utilizou-se de 31 animais da raça Senepol, sendo todos machos não castrados nascidos no ano de 2018, com idade média de 15 meses e peso corporal médio de 396,5 kg. A dieta utilizada foi composta de 60% de silagem de milho e 40% de ração comercial (Taurus 22 AG[®]). Foram coletadas amostras da dieta fornecida e sobras as quais foram analisadas quanto ao tamanho de partícula, utilizando-se a peneira Penn State Particle Size Separator e quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), utilizando os métodos propostos pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Ciência Animal (INCT-CA). As características físicas e químicas da dieta formulada, ofertada e sobras foram comparadas utilizando ferramentas da estatística descritivas, como média amostral e desvio padrão. Os resultados apresentaram divergências entre as dietas formulada, ofertada e sobras, tanto na composição nutricional quanto no processo de mistura da TMR, indicando que alterações devem ser estabelecidas durante o manejo alimentar.

Palavras chaves: Composição Bromatológica, Homogeneidade da Dieta, Nutrição de precisão.

ABSTRACT

The growing awareness of consumers regarding food safety, animal welfare and agricultural environmental impacts, simultaneously with the increase in food costs are facts that make the use of optimization of nutrition in production systems increasingly essential. Therefore, discrepancies between the diets formulated, offered and scraps by cattle must be minimal for this to be actually applied. With this, the objective of the present study has to evaluate the chemical composition and the physical composition of the formulated, offered and scraps diets in order to analyze the mixing precision and similarity of the feedlot diets of beef cattle. The study was carried out at the Experimental Farm Capim Branco and at the Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal (LABAN), belonging to the Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia (FAMEV / UFU). 35 animals of the Senepol breed were be used, all of which were non-neutered males born in 2018, with average age of 15 months and average body weight of 396,5 kg. The diet used was composed of 60% corn silage and 40% commercial concentrate (Taurus 22 AG[®]). Samples of the supplied diet and scraps were collected and analyzed for particle size, using the Penn State Particle Size Separator and for dry matter (DM), mineral matter (MM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent insoluble fiber (NDF), acid detergent insoluble fiber (ADF) and lignin according to methods proposed by the National Institute of Science and Technology in Animal Science (INCT-CA). The physical and chemical characteristics of the formulated, offered and scraps diet were compared using descriptive statistical tools, such as sample mean and standard deviation. The results showed differences between the formulated, offered and scraps diets, both in nutritional composition and in the TMR mixing process, indicating that changes should be established during feed management.

Key words: Chemical Composition, Diet Homogeneity, Precision nutrition.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	12
2.	OBJETIVO.....	14
3.	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1	<i>Importância de Monitorar a Similaridade entre a Dieta Formulada e Dieta Ofertada em Confinamento de Bovinos de Corte.....</i>	15
3.2	<i>Seletividade em Bovinos de Corte.....</i>	17
3.3	<i>Importância da Fibra Fisicamente Efetiva (FDN_{fe}) para Bovinos de Corte.....</i>	19
4.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
4.1	<i>Local e Animais.....</i>	23
4.2	<i>Dieta e Misturador.....</i>	23
4.3	<i>Coleta das Dietas Fornecidas e Ingeridas.....</i>	26
4.4	<i>Análise Física das Dietas Fornecidas e Ingeridas.....</i>	27
4.5	<i>Composição Química Bromatológica.....</i>	29
4.6	<i>Delineamento Experimental.....</i>	30
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	31
6.	CONCLUSÃO.....	37
	REFERÊNCIAS.....	38

1. INTRODUÇÃO

A crescente preocupação mundial para reduzir o impacto ambiental, exige cada vez, maior eficiência nos sistemas de produção animal. A nutrição de precisão surgiu a partir desta demanda, contribuindo para diminuir o impacto da produção animal sobre o meio ambiente. Essa tecnologia se faz sustentável, pois trabalha alterando e monitorando dietas com o objetivo de diminuir a excreção dos nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, que se destacam na alimentação dos ruminantes, pois são caros e com grande efeito sobre os ecossistemas (BRANCO; OSMARI, 2010). Dessa forma, utilizando a nutrição de precisão, busca-se atender as exigências nutricionais dos animais, sem excesso ou escassez, gerando maior lucratividade, eficiência e sustentabilidade na cadeia de produção.

Grande parte dos custos de produção de bovinos de corte em confinamento é oriundo da alimentação, o que representa custo considerável, em relação ao custo total da diária do bovino em confinamento. Segundo Baruselli (2018), a alimentação com bovino de corte em confinamento, na região central do país, é aproximadamente 90% do custo total da diária, o que reforça a importância de conhecer as dietas presentes na propriedade e sua eficiência.

Dentro do sistema de produção de ruminantes em confinamento, podemos separar as dietas em três classes: dieta formulada (DF), dieta ofertada (DO) e dieta consumida (DC). A DF é elaborada pelo nutricionista ou técnico responsável da fazenda, através de programas específicos, como BRCorte, NRC, RLM, RNS, dentre outros, onde é possível determinar as quantidades de cada ingrediente na mistura com objetivo de atender às exigências nutricionais do animal para determinado nível de produção. A DO será a dieta obtida após a mistura física dos ingredientes (concentrado, volumoso, núcleos, etc) na propriedade, que pode ser feita manualmente ou em misturadores, como vagões forrageiros, sendo em seguida distribuída nos cochos para os animais. E, por fim, a DC, é a dieta ingerida pelos animais, no qual a seleção realizada por esses, interfere diretamente na sua composição. Portanto, a eficácia com relação ao manejo nutricional de uma fazenda se dá pela igualdade ou semelhança entre essas dietas, ou seja, quanto maior a similaridade entre a dieta formulada e a ingerida, maior será o aproveitamento dos nutrientes, com menor perda e maior rentabilidade do sistema de produção (CARNEIRO, 2013).

Diversas falhas interferem na similaridade das dietas formulada e ofertada, por exemplo, erros no carregamento dos ingredientes dentro dos misturadores podem afetar as quantidades exatas com que cada ingrediente deve estar presente na mistura. Do mesmo modo, o tempo de mistura e o tipo de misturador, podem interferir na quebra da fibra ou na não homogeneidade da dieta final. Também erros obtidos nas análises químicas

bromatológica dos ingredientes, bem como, a utilização de valores de composição de alimentos incorretos oriundos de tabelas que são aplicados na formulação. Ademais, pode ocorrer modificação da composição química dos alimentos, principalmente volumosos conservados ao longo do tempo de armazenamento.

Da mesma forma, diferenças na composição entre a dieta ofertada e consumida são oriundas principalmente da seleção do alimento realizado pelos animais, pois estes quando estão em consumo *ad libitum*, tendem a separar os ingredientes por tamanho, densidade de partícula e realizar ingestão do que é de sua maior preferência (LOBO, 2018). O tamanho de partícula (TP) pode facilitar ou dificultar a escolha e separação dos componentes da dieta, além de afetar no enchimento ruminal, no tempo em ruminação, ingestão e ócio. A composição química da *Total Mixed Ration* (TMR) interfere na mistura e homogeneidade do ofertado, já que a junção do concentrado e volumoso da dieta depende da porcentagem de matéria seca (MS), de modo que, se esta for alta, os alimentos vão se separar mais facilmente. A oferta da dieta deve ser o mais homogêneo possível ao longo da linha de cocho, pois o alimento fornecido no início da linha deve ser o mesmo oferecido no meio e final, proporcionando acesso de todos os animais à mesma TMR (LOBO, 2018).

De acordo com Heinrichs e Kononoff (2003), em estudos realizados à campo com a Penn State, constataram que os valores ideais da separação de partículas da TMR nas peneiras seguem a seguinte diretriz: 2 a 8% do material retido na peneira superior, 30 a 50% nas peneiras centrais e no máximo 20% na peneira do fundo. Além disso, o coeficiente de variação entre as frações da dieta retidas, principalmente nas peneiras Penn State centrais (2 e 3), devem ser menores que 5%, o que sugere que a dieta foi bem homogeneizada (OELBERG, 2011).

As variações entre essas dietas interferem na pecuária de corte, principalmente na seleção de animais superiores, como por exemplo, em provas de eficiência alimentar, no qual se busca selecionar animais que utilizam alimentos de forma mais eficiente, apresentando menor consumo para determinado ganho de peso. Neste sentido é de extrema importância o conhecimento em relação às alterações das dietas, formulada, ofertada e consumida, visto que isso influencia na quantidade e qualidade dos nutrientes ingeridos e, conseqüentemente, no desempenho dos animais.

2. OBJETIVO

Tendo em vista o que foi citado e o impacto econômico e produtivo gerado pelo manejo alimentar em um confinamento, o objetivo com o presente trabalho foi avaliar a composição química e física das dietas formulada, ofertada e das sobras, com a finalidade de analisar a nutrição de precisão em confinamento de bovinos de corte.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Importância do monitoramento da similaridade entre a dieta formulada e ofertada em confinamento de bovinos de corte.

O confinamento de bovinos de corte no Brasil se expandiu a partir dos anos 1980, quando esta atividade possibilitava a oferta de animais para o abate em períodos de escassez de oferta e servia como investimento por parte dos pecuaristas (FERREIRA; FERREIRA; EZEQUIEL, 2004). No entanto, no decorrer dos últimos 50 anos, a pecuária de corte passou de margens de lucro de 50 a 70%, para margens de 10 a 20%, o que exige que as propriedades sejam bem gerenciadas, com foco na maximização da produtividade, otimização dos recursos e redução consciente dos custos (FERNANDES, 2020).

Nesse cenário, verifica-se que o processo de produção de bovinos de corte demanda cada vez mais o uso de tecnologias intensivas, isto é, exige animais selecionados com melhor potencial genético, alimentação e infraestrutura adequadas (WEDEKIN; BUENO; AMARAL, 1994), o que permite uso mais ajustado de recursos, garante melhor resultado econômico e, concomitantemente, menor impacto ambiental (MEDEIROS et. al., 2014).

O principal componente do custo de bovinos em confinamento é referente à alimentação, fato verificado quando se tem dietas que levam milho e soja como principais ingredientes, devido à valorização desses produtos no mercado nacional nos últimos anos ou por outras situações de mercado ou exigências conforme o sistema de produção. Além disso, segundo Andrade (1995), as operações no confinamento são estreitamente relacionadas ao manejo alimentar, sendo aproximadamente 76% do custo operacional total. Daí a importância de atentar para o custo operacional relacionado ao uso de ingredientes apropriados (ANDRADE, 1995).

Além do aumento nos custos de matéria prima e, conseqüentemente, de produção, a pecuária de corte também enfrenta nos últimos anos novos desafios, como a conscientização dos consumidores em relação à segurança alimentar, bem-estar animal e impactos ambientais agrícolas (MENDES; CAMPOS, 2016). Isto tem levado técnicos e produtores a buscarem tecnologias capazes de melhorar os índices zootécnicos nos confinamentos aumentar a produção sem necessidade da abertura de novas áreas (MARTINS, 2019). Uma alternativa é a identificação e seleção de animais mais eficientes no aproveitamento do alimento consumido, o que proporciona menor desperdício e excreção de nutrientes, sendo possível também reduzir

a produção de poluentes (CO₂, metano, esterco, etc.), tendo assim, implicações ambientais positivas (MENDES; CAMPOS, 2016).

Outra possibilidade para melhorar índices zootécnicos no confinamento é a utilização de tecnologias que envolvem o conceito de nutrição de precisão, que se baseia na aplicação de padrões rigorosos de qualidade nas operações de alimentação a fim de evitar desperdícios, tornando mais eficiente a utilização dos nutrientes e contribuindo para redução de emissão de poluentes (BRANCO; OSMARI, 2010). Essas tecnologias têm papel fundamental para a manutenção e sustentabilidade dos sistemas produtivos, permitindo melhorar a capacidade de controle sobre as fontes de variabilidade individual e maximizar o retorno dos investimentos, contribuindo para reduzir a variabilidade das fontes de entrada e saída do sistema produtivo, fazendo melhor uso da coleta, análise e uso dos dados nutricionais (PAIVA et. al., 2015).

Conhecer o alimento a ser utilizado na formulação da dieta é importante para garantir a qualidade e confiança da dieta formulada ser o mais próximo possível da misturada e ofertada. Para isso, é preciso ter informações sobre o valor nutritivo dos alimentos disponíveis, sendo essencial para a saúde dos animais e, também, do ponto de vista econômico (COSTA JÚNIOR; PAULINO; SILVA, 2017).

Nas formulações de dietas, os alimentos devem ser ajustados com base na matéria seca (MS). Independentemente do método estabelecido é importante verificar a MS dos ingredientes para ter precisão na formulação da ração total. Apenas quando o teor de matéria seca de cada ingrediente for conhecido, é que a dieta pode ser realmente elaborada (COSTA JÚNIOR; PAULINO; SILVA, 2017).

A eficiência de produção desses animais depende diretamente da oferta apropriada de nutrientes, sendo a maneira eficaz de conhecer o potencial da dieta em atender as exigências nutricionais em sistema de confinamento através da resposta animal em termos de desempenho, obtido por meio da alimentação (COSTA JÚNIOR; PAULINO; SILVA, 2017). Com isso, fornecer ração com composição física e química constante é essencial para maximizar o desempenho animal (PAIVA et. al., 2015).

A qualidade da dieta influencia diretamente no desempenho ponderal e na eficiência alimentar, minimizando a ocorrência de distúrbios metabólicos. Dessa forma, a mistura dos ingredientes constitui-se um dos passos mais importantes no confinamento de bovinos, uma vez que pode afetar o atendimento das exigências nutricionais. Dietas formuladas e mal misturadas requerem maiores margens de segurança de nutrientes críticos que pode causar menor atendimento das exigências nutricionais e ocasionar menor rendimento dos animais aquém do estabelecido pela formulação (COSTA JÚNIOR; PAULINO; SILVA, 2017).

Com isso, o monitoramento da qualidade da TMR (*Total Mixed Ration*) é fundamental para manter o fluxo de chegada dos nutrientes no rúmen mais constante, melhorando o sincronismo entre energia e proteína e, conseqüentemente, o aproveitamento do alimento (CARNEIRO, 2013). O objetivo da TMR é garantir que em cada bocado do animal seja ingerido algo muito próximo do que se estabeleceu na formulação. O fornecimento mais frequente também reduz a magnitude e o impacto de erros na mistura, o que possibilita menor alteração na composição da dieta (LAZARINI; GAI; FAGUNDES, 2014).

A qualidade da influência na dieta consumida pelos animais, pois, caso a dieta não seja misturada adequadamente, o bocado dos animais ao longo do cocho pode não conter as mesmas concentrações de nutrientes, ou mesmo a seleção do alimento pode ser facilitada (CARNEIRO, 2013).

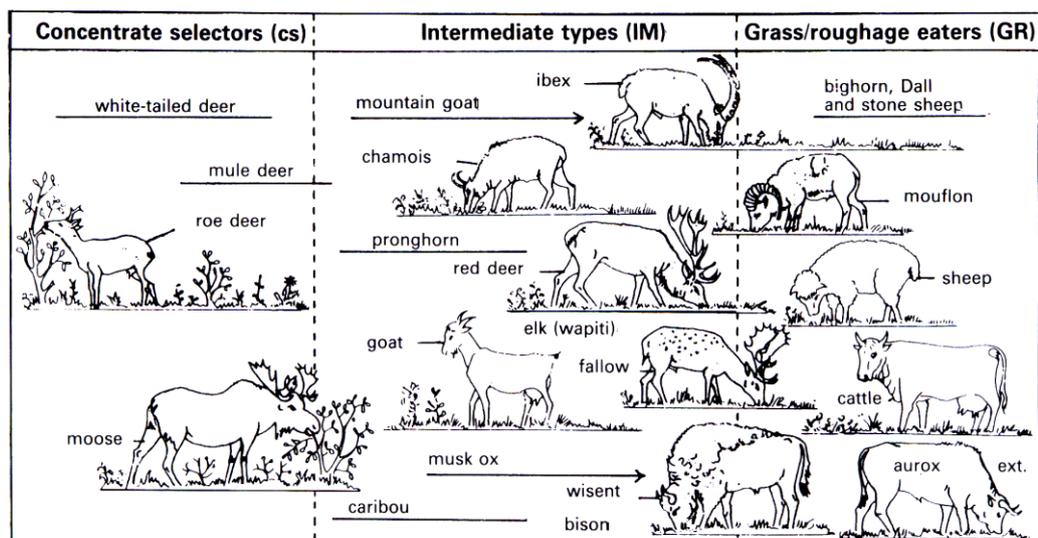
3.2. *Seletividade em bovinos de corte*

Os bovinos possuem predisposição natural em selecionar e consumir determinados ingredientes da dieta, contra ou a favor de determinados nutrientes (RODRIGUES et. al., 2018). Vários trabalhos têm sido realizados com intuito de confirmar a hipótese que os animais conseguem fazer escolhas alimentares inteligentes. Tais escolhas não seriam baseadas apenas nas exigências nutricionais, como se acreditava, mas também no que o animal julga ser melhor para seu próprio organismo, sob o aspecto de mantê-lo em conforto ou desconforto mínimo (PARRA, 2011).

Animais que tem acesso livre ao cocho, geralmente separam os ingredientes pela sua forma física (como tamanho e densidade de partícula) e consomem apenas as partes de sua preferência (COSTA JÚNIOR; PAULINO; SILVA, 2017). Portanto, compreender os mecanismos que influenciam a seleção de partículas da dieta por bovinos de corte confinados pode ser útil para aperfeiçoar o desempenho, sendo fundamental a escolha correta da fonte de forragem aliada à melhor estratégia de alimentação (CUSTODIO et. al., 2016).

Conforme a classificação dos ruminantes de acordo com o hábito alimentar descrito por Hofmann (1989) (Figura 1), os grandes ruminantes, incluindo os bovinos, são classificados como pastejadores, sendo pouco seletivos quando comparado à outros ruminantes como caprinos e ovinos. No entanto, estudos desenvolvidos por Cunha (2019), verificou-se que bovinos de corte da raça Nelore, bem como animais oriundos de cruzamentos industriais e outros tipos de cruzamentos, quando confinados, ao receberem dietas constituídas por diferentes fontes de alimentos volumosos (silagens de capim, cana de açúcar,

milho e sorgo) e concentrado (grãos de milho com diferentes processamentos, sorgo e polpa cítrica), em diferentes inclusões e porcentagem, tiveram preferência por partículas do alimento longas (>19mm) e médias (entre 8 e 19 mm), podendo ser considerado aspecto positivo para o correto funcionamento das funções ruminais. Dessa forma, nota-se que a seletividade é o fator chave em várias estratégias de adaptação à mudança de qualidade e disponibilidade de forragem (HOFMANN, 1989).



Fonte: Hoffman (1988)

Figura 1 – Classificação dos ruminantes de acordo com o hábito alimentar.

Existem vários fatores que influenciam o consumo seletivo de partículas da ração, desde a composição da dieta, qualidade da forragem e aspectos comportamentais inerentes ao animal. A metodologia para determinação do consumo seletivo de partículas da ração é simples e possibilita mensurar com precisão a ingestão de cada classe de partículas realizada pelo animal (RODRIGUES et. al., 2018).

De acordo com Rodrigues et. al. (2018) a dieta consumida de forma seletiva pelo animal pode resultar no excesso de forragem e pouco concentrado no decorrer do dia, causando a queda no desempenho por não atender as necessidades nutricionais diárias do animal. Por outro lado, nas primeiras horas pós-alimentação, normalmente ocorre o consumo excessivo de carboidratos altamente fermentáveis no rúmen, caracterizadas pelas partículas de menor tamanho da ração, podendo ocasionar a acidose subclínica ou clínica e alteração da população ideal de microrganismos ruminais.

As causas do comportamento natural dos bovinos em consumir seletivamente as partículas da ração são várias, dentre elas a qualidade da forragem, relação

forragem/concentrado da dieta, tamanho médio de partículas da ração, características físicas e químicas dos alimentos que compõem a dieta e também a relação entre dominância e subordinação (hierarquia social) entre animais do mesmo lote. Porém, todas estas causas estão ligadas à capacidade intrínseca dos bovinos em diferenciar os sabores dos alimentos, a partir de resposta neurofisiológica, fazendo com que os animais tenham resposta de preferência, aversão ou indiferença quanto ao consumo dos alimentos (RODRIGUES et. al., 2018).

3.3. Importância da fibra fisicamente efetiva (FDNfe) para bovinos de corte em confinamento.

A utilização de sistemas mais intensivos, como em alguns confinamentos, trouxe alterações no perfil de dietas formuladas, a fim de atender a demanda e tornar a produção cada vez mais eficiente, produzindo em maior escala e em menor tempo. Nesse sentido, muitos produtores têm buscado alcançar maior eficiência com elevado uso de concentrado na formulação (CUNHA, 2019).

O aumento da porcentagem de concentrados, sem adequação do teor de fibra das dietas, pode gerar distúrbios metabólicos nos animais (CUNHA, 2019). A partir disso, o conceito de FDN passou a ser incorporado pelos nutricionistas para o balanceamento de dietas, na tentativa de manutenção da funcionalidade ruminal. No entanto, foram observados em trabalhos científicos que dietas com o mesmo teor de fibra, mas com processamentos e tamanhos diferentes, contribuíram de forma distinta no estímulo à mastigação e conseqüentemente salivação e pH ruminal. No entanto, surgiu outros termos para dar suporte ao conceito de FDN, sendo elas, a fibra efetiva (FDNe), e a fibra fisicamente efetiva (FDNfe) (ALHADAS, 2018).

A fibra efetiva (FDNe) tem como vantagem permitir a comparação de diferentes fontes da fração FDN, numa mesma escala relativa. A FDNe foi definida como capacidade total da fração FDN medida através de variáveis que respondem ao perfil de carboidratos de determinado ingrediente ou ração, tais como mastigação, camada de fibra longa no rúmen (“mat ruminal”), motilidade ruminal, pH ruminal e perfil de ácidos graxos de cadeia curta no rúmen. Já a fração FDN fisicamente efetiva (FDNfe) está mais relacionada as propriedades físicas da fibra, principalmente tamanho de partícula, que influencia a atividade mastigatória, a formação da camada de fibra longa no rúmen e a motilidade ruminal. (GOULART, 2010).

O teor de FDNfe da dieta é um dos principais determinantes da regulação física do consumo, sendo o fator que mais afeta o consumo de matéria seca à medida que o

requerimento energético do animal e/ou o efeito de enchimento pela dieta são determinados (FERREIRA, 2019). Concomitantemente, a quantidade de fibras longas na dieta possui efetividade física necessária para manter as funções ruminais, devido este componente promover atividade de mastigação e secreção de saliva, resultando em valores de pH adequados (SILVA; NEUMANN, 2012). Além disso, a efetividade física da fibra está relacionada à ingestão de matéria seca (IMS), aspecto da partícula, fragilidade, umidade, tipo de preservação e proporção do tempo de ingestão para o tempo de ruminação (SILVA, 2009).

Segundo Goulart (2010), o conteúdo de FDNfe de um ingrediente é calculado pelo teor da fração FDN analisado quimicamente e multiplicado pelo *fator de efetividade física (fef)* dessa fonte de fibra:

$$\text{FDNfe} = \text{FDN} * \text{fef}$$

Segundo Silva e Neumann (2012) a avaliação da efetividade tem sido mensurada por meio de métodos estatísticos, ensaios biológicos e métodos laboratoriais de estratificação de partículas. O mais simples e difundido foi o proposto por Mertens (1997) que sugeriu um método para análise da efetividade baseando-se no conceito de FDNfe, apurando a correlação entre a atividade de mastigação e o tamanho de partículas associado ao teor de FDN da dieta.

Esse método determina o valor de FDNfe por meio de medidas químicas e físicas em laboratório, onde o fator de efetividade da fibra (fef) é calculado multiplicando a % da fração de FDN do ingrediente pela % do ingrediente retida acima da peneira de 4 mm (GOULART, 2010). Com isso, determinou-se que o mesmo alimento picado finamente ou grosseiramente possuem capacidades diferentes de estimular a atividade mastigatória, desta forma, o processamento altera a efetividade do alimento (SILVA; NEUMANN, 2012).

O aumento na utilização da FDNfe nas formulações de TMR está relacionada à necessidade dos nutricionistas em controlar e monitorar o tamanho de partícula das dietas com maior precisão, dado que bovinos em confinamento estão consumindo dietas contendo maior concentração de energia. Além disso, quanto maior o conteúdo energético das dietas fornecidas, mais importante é o monitoramento do tamanho de partícula, a fim de garantir um nível mínimo de fibra, ou FDNfe, para que os animais possam ruminar e tamponar o rúmen, evitando distúrbios nutricionais, como acidose. Por esses motivos, muitos nutricionistas estão preferindo usar a FDNfe na formulação de dietas (PINTO; MILLEN, 2019).

O cálculo da FDNfe é realizado com o auxílio do conjunto de peneiras chamado *Penn State Particle Separator* (PSPS) (Figura 2 - RODRIGUES et. al., 2018), as quais contém três

crivos, sendo eles 19, 8 e 4 mm (ALHADAS, 2018). No qual, se usa a proporção de partículas retida nas peneiras com porosidade maiores que 4 mm (19 mm e 8 mm) e multiplica essa proporção pela porcentagem da fração FDN do ingrediente retido nessas peneiras (GOULART, 2010).



Fonte: Rodrigues et. al., 2018.

Figura 2 – Conjunto de Peneiras Penn State Particle Size Separator (PSPSS).

Esse método propôs que a peneira com orifício de 19 mm captura partículas do alimento que seriam flutuantes dentro do rúmen e teoricamente fornece o tamponamento deste, alterando o pH ruminal, formando o conhecido “*mat*” ruminal. A segunda peneira, com orifícios de 8 mm, coleta o material que será quebrado mais rapidamente com menor mastigação, sendo degradado mais rapidamente pelos microrganismos. E, por fim, a terceira peneira de 4 mm, que retêm partículas que são quebradas mais facilmente com ruminação mínima ou por ação rápida dos microrganismos ruminais (CUNHA, 2019).

Dessa forma, formular dietas aplicando somente o conceito de FDN não é o indicado, pois a digestibilidade deste nutriente é influenciada principalmente pelo tamanho de partícula. Sendo assim, a formulação de dietas utilizando o conceito de FDN_{fe} é mais eficiente e traz grandes vantagens, pois agrega informações tanto de teor de fibra, quanto do tamanho de partícula dos alimentos (CUNHA, 2019).

De acordo com o NRC (2016), a inclusão mínima de FDN_{fe} em % da MS para manter o pH superior a 5,7 é de 7 a 10%, maximizando a digestão da fibra e a síntese de proteína microbiana. No entanto, as dietas comerciais de terminação em confinamento normalmente

estão abaixo desta recomendação, apresentando um teor de FDNfe de forragem de apenas 4,5%. Já de acordo com Goulart (2010), em rações com alto valor energético, com a finalidade de melhorar a eficiência alimentar dos animais, com bom manejo de cocho e uso de ionóforo, recomenda-se o mínimo de 8% na MS de FDNfe na ração total.

No entanto, de acordo com o levantamento realizado por Pinto e Millen (2019) no Brasil, o nível médio de inclusão de FDNfe recomendado pelos nutricionistas, em grande parte dos confinamentos de gado de corte do país, é de 14,4%, ou seja, 144 g/kg de MS. Já para bovinos da raça Nelore, a recomendação é de pelo menos 10 a 18% de FDNfe, ou 100 a 180 g/kg de MS da dieta.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Local e Animais

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Capim Branco pertencente à Universidade Federal de Uberlândia (UFU), localizada no município de Uberlândia, MG. Foi realizada coletas de amostras da dieta ofertada e sobras, durante dois dias de uma prova de Eficiência Alimentar. A avaliação dos animais teve início no dia 03 de dezembro de 2019, com duração de 91 dias, sendo os primeiros 21 dias de adaptação e os outros 70 dias para realização da prova de Eficiência Alimentar, encerrando no dia 03 de março de 2020. As coletas foram realizadas na metade da prova, nos dias 26 e 27 de janeiro de 2020.

Foram utilizados 31 animais da raça Senepol, oriundos de quatro fazendas distintas, compondo um grupo contemporâneo, ou seja, animais de mesma raça, sexo, idade (variação permitida de 90 dias) e formando um único lote. Todos os animais eram machos não castrados, nascidos no período de 10/08 e 10/11 do ano de 2018, com idade média inicial de 15 meses e peso corporal (PC) médio de 396,5 kg, (variação permitida de 332 kg até 523 kg).

4.2. Dieta e Misturador

A dieta utilizada foi formulada utilizando a relação volumoso:concentrado de 60:40, sendo utilizado, silagem de milho, reensilada, armazenada em silo superfície, e concentrado comercial para bovinos de corte em confinamento (Taurus 22 AG[®]), que continha os seguintes ingredientes: casca de soja moída, farelo de soja, milho integral moído, minerais, vitaminas, monensina sódica, virginiamicina e ureia pecuária. Essa dieta foi fornecida aos animais período de adaptação, realizada nos primeiros 21 dias a partir da entrada dos mesmos no confinamento, no entanto, utilizando a relação volumoso:concentrado 80:20. A dieta adotada durante a prova de eficiência alimentar foi formulada para atender as exigências nutricionais de bovinos de corte com PC de 400 kg, 14 meses de idade e ganho médio diário (GMD) de 1,2 kg/dia (Tabela 1), de acordo com valores preconizados pelo NRC (2000).

Tabela 1 – Composição química bromatológica da dieta formulada.

INGREDIENTES	DIETA (%)	MS (%)	MM (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)
Silagem de Milho	60	31	5	7	54	29
Ração Comercial	40	87	12	22	12	18
Dieta Total	100	53,5	7,8	13,1	37,2	24,9

* MS – Matéria seca; MM – Matéria mineral; PB – Proteína Bruta; FDN – Fibra em detergente neutro; FDA – Fibra em detergente ácido.

Os bovinos da raça Senepol foram alojados em confinamento com área total de 1680 m², dividido em duas baias de 21m x 40m cada, dispendo de um bebedouro central de 2600 litros. A área dos cochos é parcialmente coberta, sendo preservada das ações climáticas (sol e chuva) e equipadas com sistema automático de alimentação GrowSafe[®] (GrowSafe Systems Ltd., Airdrie, Alberta, Canadá) (Figura 3), que permite mensurar o consumo individual de alimento. Nesse sistema de alimentação automático, cada baia possui quatro cochos dispostos lado a lado, atendendo 8 animais por cocho. Antes do início do período de experimento, cada animal foi identificado com brincos, contendo chips eletrônicos, o que permite identificar o momento de entrada dos animais nos cochos e a frequência de visitas dos animais aos cochos eletrônicos, sendo possível mensurar o consumo alimentar individual, no período de 24 horas.

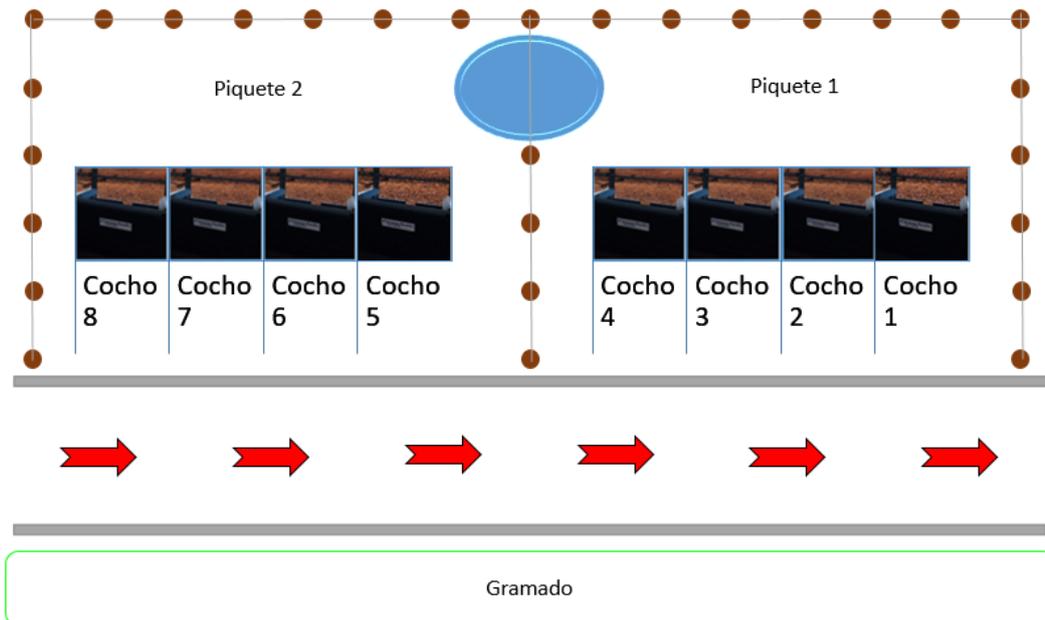


Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 3 – Área dos cochos individuais equipados com sistema GrowSafe[®].

A dieta foi fornecida duas vezes ao dia, às 9 horas da manhã e às 15 horas da tarde, com auxílio de um misturador de dieta total. A silagem de milho e o concentrado comercial foram pesados todos os dias e posteriormente adicionados no vagão misturador, nessa mesma ordem, onde eram misturados durante um tempo contabilizado de três minutos, seguindo

recomendações do fabricante. Logo após obtenção da mistura, a mesma era ofertada nos cochos, começando do cocho nº 8 e terminando no cocho nº 1 (Figura 4).



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 4 – Sequência do fornecimento da dieta nos cochos.

O vagão misturador utilizado foi o modelo Unimix-1200, da marca Casale[®], tipo misturadora alimentadora com rosca cônica vertical, fabricada em outubro de 2011 (Figura 5). Vagão de pequeno a médio porte, com capacidade de mistura de 1,2 m³ e volume máximo entre 500 a 600 kg. Possui balança eletrônica, o que possibilita a pesagem e dosagem de forma independente dos ingredientes que compõem a dieta e aumenta a precisão ao distribuir o alimento no cocho (MILKPOINT, 2011).

De acordo com Barmor (2002), a utilização do vagão deve ser entre 60-80% da sua capacidade máxima, para que a mistura seja de fato eficiente. Durante o experimento, as pesagens das dietas eram realizadas com um volume de 517 kg, 86% da sua capacidade máxima, não respeitando a recomendação de utilização do equipamento.



Fonte: Janice (2010)

Figura 5 – Vagão misturador Unimix-1200, Casale®.

Diariamente, no período da manhã, foram coletadas informações referentes às sobras nos cochos, a partir do monitoramento do sistema GrowSafe® instalado no computador da sede da fazenda, para monitoramento do consumo de alimentos e ajustes da quantidade de alimento ofertado aos animais.

4.3. Coletas das dietas fornecidas e ingeridas

A coleta da dieta ofertada e das sobras foi realizada na metade da prova de Eficiência Alimentar, nos dias 26 e 27 de janeiro de 2020. No primeiro dia, foi realizada a coleta da dieta ofertada, durante os tratos, da manhã e tarde, antes que os animais pudessem ter acesso ao alimento. Foi retirada amostragem de três pontos de cada um dos oito cochos GrowSafe®, sendo eles, fundo, meio e topo, compondo um total de 16 amostras no primeiro dia.

Após 24 horas, foram coletadas amostras referentes às sobras, sendo coletada na manhã do dia 27, antes do fornecimento do trato seguinte. Seguindo a mesma metodologia da coleta da dieta ofertada quando houve quantidade significativa nos cochos, nas situações com baixa quantidade de sobras no cocho, foi coletada uma amostra representativa, compondo um total de 8 amostras.

As 24 amostras (dieta ofertada e sobras) foram coletadas, realizando-se a homogeneização e em seguida o quarteamento (Figura 6). O quarteamento foi realizado sobre uma superfície limpa e lisa, misturando bem o material. Após a mistura, foi realizado a divisão em quatro partes iguais, sendo logo em seguida descartado uma das partes. Esse

procedimento foi repetido várias vezes até obter uma amostra, com aproximadamente 500 gramas. As amostras da dieta ofertada e sobras foram congeladas e posteriormente encaminhadas para a análise do tamanho de partícula.

Além disso, foi coletada duas amostras compostas, referentes à dieta ofertada e às sobras, coletando pontos de cada um dos 8 cochos, homogeneizando e realizando o quarteamo para a obtenção de duas amostras de 500 gramas. Foram congeladas e, posteriormente, encaminhadas para secagem e moagem e, por fim, levadas para realização da análise química bromatológica no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal (LABAN) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 6 – Realização do quarteamo das amostras da dieta ofertada e sobras.

4.4. Análise física das dietas fornecidas e sobras

Para avaliação da granulometria da dieta fornecida e das sobras foi utilizado o conjunto de peneiras Penn State Particle Size Separator (PSPSS), composta por quatro bandejas, sendo três peneiras com furos de 19, 8 e 1,18 milímetros (mm) (Figura 7), respectivamente, na ordem decrescente, e a quarta sem furos ao fundo, conforme metodologia proposta por Heinrichs e Kononoff (2003). A primeira bandeja retém partículas com diâmetro superior a 19 mm, a segunda com diâmetro entre 8 e 19 mm, a terceira entre 4 e 8 mm e, por fim, a última com diâmetro inferior a 4 mm.



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 7 – Peneiramento das amostras da dieta total e sobras.

Cerca de 500 gramas de amostra foi colocado na peneira superior do conjunto. Sobre uma superfície plana realizou-se movimentos horizontais, na distância de aproximadamente 17 cm, repetindo esse movimento cinco vezes para cada lado da peneira (4 lados). Após finalizar 20 movimentos, repetiu-se a agitação, totalizando 40 movimentos (Figura 8). Após separação das partículas, foi realizada a pesagem do material retido em cada peneira e calculado a porcentagem de partículas nos diferentes tamanhos, segundo fórmula a seguir.

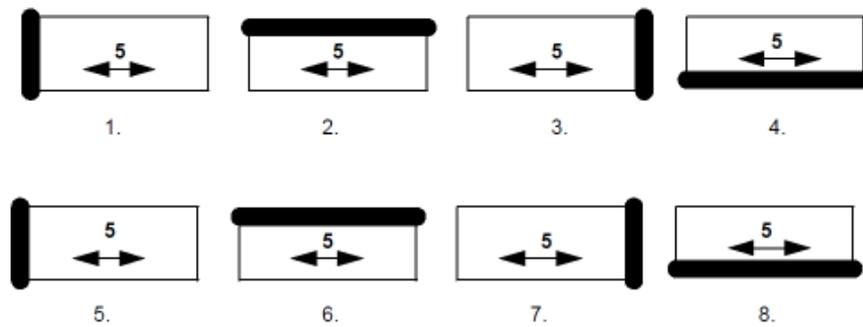
$$P_1 = Xg / Yg \times 100$$

Onde:

P_1 – Peneira número 1,2,3 e fundo;

X – Quantidade em gramas da amostra retida na P_1 ;

Yg – \sum Peso das peneiras;



Fonte: Heinrichs e Kononoff, (2004).

Figura 8 – Modo de agitação do Penn State Separator (PSPSS) para separação de partículas nas peneiras

4.5. Composição Química Bromatológica

As amostras da dieta ofertada e sobras foram secas em estufa de ventilação forçada (65 °C por 72 horas) e moídas em moinho do tipo faca no tamanho de partícula de 1 mm (Figura 9). Após moagem, foram armazenadas em sacos plásticos devidamente lacrados e encaminhados até o Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal (LABAN), onde foram analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS; Método INCT-CA G-001/1; Método INCT-CA G-003/1), proteína bruta (PB; método INCT-CA N-001/1), fibra em detergente neutro (FDN; método INCT-CA F-002/1), fibra em detergente ácido (FDA; método INCT-CA F-004/1) e matéria mineral (método INCT-CA M-001/1), seguindo métodos recomendados pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Ciência Animal (INCT-CA; DETMANN, et al., 2012).



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 9 – Estufa de ventilação forçada e moinho tipo Willey.

4.6. Delineamento Experimental

Os dados de composição química bromatológica e tamanho de partícula das dietas formuladas, ofertadas e ingeridas foram analisados utilizando ferramentas estatísticas descritivas, como média amostral, desvio padrão, coeficiente de variação, valores mínimos e máximos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ingestão de nutrientes que o animal utiliza para manutenção e produção dependem de vários fatores que afetam o consumo, podendo estar associados com o balanceamento de dietas, manejo nutricional, ambiente e o próprio animal (BERCHIELLI et al., 2011). A variação na composição nutricional dos alimentos gera imprecisão no fornecimento de nutrientes, influenciando diretamente as dietas e estratégias de formulação (ST-PIERRE; WEISS, 2015). Segundo Carneiro (2013), para se ter aplicabilidade da nutrição de precisão, ambas as dietas devem ser iguais ou, no mínimo, muito semelhantes, no entanto, na prática não é simples de se obter.

As diferenças (Dif. 1) entre as dietas formulada e ofertada foram maiores para os teores de FDN, MS e MM (9,7; -38,1 e -37,4 respectivamente). Os teores de MS, FDA e PB da dieta formulada e ofertada variaram em 20, 2,21 e 0,02 pontos percentuais, respectivamente (Tabela 2). Rossow e Aly (2013) e Endres e Espejo (2016) compararam a composição da dieta ofertada e formulada para vacas em diferentes estágios de lactação, em propriedades leiteiras e verificaram teores maiores de FDN e menores de matéria mineral (MM) na dieta ofertada, quando comparado aos valores obtidos na dieta formulada, o que se deve às variações diárias da qualidade dos ingredientes como possíveis fatores que provoquem essas divergências.

Tabela 2 – Composição química bromatológica da dieta formulada e da dieta ofertada aos animais durante o período experimental e a diferenças entre ambas.

DIETA	MS (%)	MM (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)
Dieta Formulada	53,50	7,81	13,11	37,20	24,86
Dieta Ofertada	33,13	4,88	13,09	40,80	22,65
Diferença	20,37	2,92	0,02	-3,60	2,21
Dif 1	-38,1	-37,4	-0,1	9,7	-8,9

*Diferença = Dieta Ofertada – Dieta Formulada

*Dif 1 = ((%Variável Ofertada – %Variável Formulada) / %Variável Formulada) x 100

* MS – Matéria seca; MM – Matéria mineral; PB – Proteína Bruta; FDN – Fibra em detergente neutro; FDA – Fibra em detergente ácido.

Programas atuais de formulação de dietas predizem o valor nutricional dos alimentos e a necessidade de nutrientes dos animais, no entanto, não levam em consideração fatores como manejo alimentar e variabilidade na composição dos alimentos no decorrer do tempo. A utilização de valores tabelados em formulações pode afetar o teor de nutrientes da dieta

ofertada, pois alimentos que não são rotineiramente analisados podem não representar os valores reais (ROSSOW; ALY, 2013). Segundo estudo realizado por Pierre e Weiss (2015), a variação substancial na composição de nutrientes é maior para silagens, quando comparado à variação para rações como milho seco e farelo de soja, podendo ser utilizado valores tabelados para os alimentos mais secos que apresentam teores mais constantes entre fazendas, sendo necessário a realização de análises para alimentos com maior teor de umidade, como silagem de milho, pastos, que apresentaram alta variação entre fazendas.

Outra possível razão para discrepâncias dos nutrientes na dieta formulada e ofertada, é causada por falhas no armazenamento dos alimentos volumosos, principalmente silagem de milho, pois são incluídos em maiores proporções nas dietas e, por serem alimentos ricos em FDN e pobres em PB, o erro no carregamento provoca, conseqüentemente, modificações nesses teores (CARNEIRO, 2013). De acordo com Michael Hutjens para verificar se as dietas formulada e ofertada são similares é possível utilizar a regra “3-2-1”, ou seja, os valores de MS devem variar entre +/- 3 pontos percentuais, FDA entre +/- 2 pontos percentuais e PB entre +/- 1 ponto percentual (ALMEIDA; LIMA; RAMIRES, 2013).

A maior discrepância entre os teores de MS da dieta formulada e ofertada (-38,1) pode ter sido ocasionada pela realização do estudo na estação chuvosa, associada a forma de armazenamento da silagem de milho, sob silo de superfície, com vedação comprometida, o que aumentou a umidade dentro do silo, afetando, principalmente, os teores de MS da silagem de milho, bem como da TMR ofertada.

A diferença entre os nutrientes presentes na dieta ofertada e nas sobras (Dif. 2) foram maiores para MM, MS e FDA (5,78, -2,71 e 2,27 respectivamente; Tabela 3). Segundo DeVries *et al.* (2007) essa diferença se dá pela seleção dos animais contra partículas longas, ou seja, volumoso. Em estudo realizado por DeVries *et al.* (2007) foi mensurado o consumo seletivo de partículas da ração fornecido para vacas em dietas com relação volumoso:concentrado 62:37 (alta forragem), e outra 51:49 (baixa forragem), observou-se que os animais rejeitaram as partículas longas (>19 mm) em ambas as dietas, porém com maior intensidade naquela com baixa forragem. Também mencionaram que as vacas apresentaram maior propensão ao consumo de partículas curtas (<8 mm) por partículas menores (<8 mm) pode ser dada pela maior facilidade de acesso às partículas do concentrado (RODRIGUES *et al.*, 2018), ou seja, a seleção dos animais normalmente ocorre contra as partículas longas do volumoso, de fato isso foi verificado no presente estudo, no qual a porcentagem de FDA e FDN nas sobras são maiores que da dieta ofertada, o que também foi verificado.

Tabela 3 – Composição química bromatológica da dieta ofertada e das sobras dos animais durante o período experimental e a diferenças entre ambas.

DIETA	MS (%)	MM (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)
Dieta Ofertada	33,13	4,88	13,09	40,80	22,65
Sobras	32,23	5,17	12,97	41,32	23,16
Diferença	-0,90	0,29	-0,12	0,52	0,51
Dif. 2	-2,71	5,78	-0,95	1,29	2,27

*Diferença = Dieta Ofertada – Sobras

*Dif 2 = ((%Variável Sobras – %Variável Ofertada) / %Variável Ofertada) x 100

* MS – Matéria seca; MM – Matéria mineral; PB – Proteína Bruta; FDN – Fibra em detergente neutro; FDA – Fibra em detergente ácido.

A qualidade da mistura da dieta é fundamental para otimizar o desempenho animal (FALCHI FILHO et al, 2009). A eficácia no processo de homogeneização da TMR (*Total Mixed Ration*) ofertada aos animais confinados permite o fornecimento da quantidade necessária de todos os ingredientes segundo a formulação previamente determinada pelo nutricionista (COSTA JÚNIOR, 2018). Segundo Almeida, Lima e Ramires (2013), um dos fatores que devem ser monitorados para que as dietas formulada, ofertada e consumida sejam o mais semelhante possível é a qualidade da mistura da dieta total. De acordo com Zebeli *et al* (2012), a dieta consumida pelos animais pode ser afetada pela homogeneização da TMR, já que a mesma, quando não devidamente misturada, pode acarretar em diferentes concentrações de nutrientes ingeridos pelo bocado dos animais ao longo do cocho, e assim facilitar a seleção do alimento.

A distribuição média das partículas retidas nas peneiras 1 (>19mm), peneira 2 (>8mm), peneira 3 (>1,18mm) e fundo (<1,18mm) ao longo dos oito cochos disponíveis aos animais estão apresentados na Tabela 4, bem como o desvio padrão e coeficiente de variação. Foi verificado grande diferença nas dietas ofertadas nos cochos 1 até 4 em relação aos cochos 5 até 8, quando se compara as partículas retidas na peneira 1 (>19mm) e a soma das peneiras 1 e 2 (Tabela 4). A proporção de partículas > 19 mm, acima de 8% podem provocar reduções no consumo de FDN e FDNfe, pois contribuem para o processo de seleção dos animais contra partículas longas (HEINRICHS; KONONOFF, 2002), o que eleva as diferenças entre as dietas formulada, ofertada e ingerida pelo animal.

Tabela 4 – Distribuição das partículas retidas nas peneiras de tamanho >19mm, >8mm, >1,18mm e <1,18mm, média, desvio padrão (DV) e coeficiente de variação (CV) da dieta ofertada aos bovinos nos diferentes cochos.

Cochos	Penn 1 (>19mm)	Penn 2 (>8mm)	Penn 3 (>1,18mm)	Fundo (<1,18mm)	Penn 1 + Penn 2
1	17,9	69,13	12,59	0,08	87,03
2	27,4	61,20	10,17	0,83	88,60
3	12,3	72,54	13,93	0,61	84,84
4	17,6	67,41	13,56	0,61	85,01
5	2,6	76,67	18,86	0,81	79,27
6	1,6	75,10	21,05	1,01	76,70
7	5,4	77,87	14,69	0,60	83,27
8	4,2	80,40	13,33	0,40	84,60
DP	9,2	6,3	3,5	0,3	-
Média	11,1	72,5	14,8	0,6	83,67
CV	82,82	8,72	23,78	45,91	-
CV (cochos 1-4)	33,39	7,03	13,50	59,42	-
CV (cochos 5-8)	48,52	2,89	21,14	37,07	-

* Penn 1 (>19mm), Penn 2 (>8mm), Penn 3 (>1,18mm) e Fundo (<1,18mm)

De acordo com as recomendações Heinrichs e Kononoff (2002) a dieta ofertada deve seguir as seguintes proporções: 2-8% na peneira 1 (>19mm), 30-50% na peneira 2 (>8mm), 30-50% na peneira 3 (>1,18mm), e menos que 20% no fundo (<1,18mm). No presente estudo, nos cochos 5 até 8 a porcentagem de partículas retidas na peneira 1 apresentou resultados dentro do esperado (2-8%), no entanto, nos cochos 1 até 4, a porcentagem retida na peneira 1, variou de 12 até 27% (Tabela 4). Vários fatores podem ter provocado essas diferenças, como por exemplo, a utilização de um volumoso (silagem de milho) com alta porcentagem de partículas grandes (>19 mm) e baixo teor de MS, o que pode ter acarretado a uma ineficiência no tempo de mistura empregue e no fornecimento divergente nos cochos. Além disso, a utilização acima da capacidade máxima do vagão misturador recomendada pelos fabricantes, associada à falta de manutenção do vagão pode ter prejudicado também na eficiência de mistura.

A ordem de carregamento dos ingredientes no vagão misturador detém grande influência, tanto com a eficiência de mistura, quanto no grau de redução do tamanho de partícula (TP). De acordo com Owens (2007), cada alimento possui propriedades distintas, como tamanho, formato, densidade, higroscopicidade, entre outras. Essas características, principalmente densidade e tamanho de partícula, oferecem certa dificuldade na obtenção de uma mistura homogênea. Sendo assim, recomenda-se o carregamento com partículas de

tamanho maior primeiramente, como forragens e, posteriormente, aquelas de tamanho menores, como minerais e rações.

Outro aspecto que influencia a uniformidade da TMR é a ineficácia da mistura decorrente do tempo insuficiente de batida e homogeneização dos componentes da dieta (LAZARINI; GAI; FAGUNDES, 2014). Segundo Owens (2007) o tempo de mistura é um fator crítico, podendo resultar, quando imprecisa, no fornecimento de uma dieta inadequada no cocho, possibilitando maior seleção de partículas pelos animais, ou, quando excessiva, resultar na fragmentação das partículas no cocho. É recomendada, de acordo com Oelberg e Diamond (2011), uma homogeneização de três a cinco minutos após inclusão do último ingrediente, para que se obtenha uma mistura adequada. Além disso, é orientado preencher entre 60-80 % da capacidade máxima dos vagões, para que não ocorra o sobrecarregamento ou subcarregamento dos mesmos, evitando assim o comprometimento da eficiência em misturar os ingredientes e alcançando misturas precisas (Barmor, 2002).

No presente trabalho, o carregamento foi realizado obedecendo a ordem, porém, devido ao menor teor de MS do volumoso, a homogeneização pode ter sido prejudicada, o que provocou diferenças nas distribuições da dieta nos cochos, já que o tempo de mistura realizado foi de 3 minutos, o mínimo preconizado por Oelberg e Diamond (2011). Além disso, a utilização de 60-80% da capacidade máxima do vagão alimentador, de acordo com as recomendações do fabricante, não foi respeitada, ultrapassando esse valor, acarretando em falhas na mistura e balanceamento da dieta fornecida, assim como a manutenção periódica do equipamento não foi realizado. Segundo estudo realizado por Oelberg e Stone (2014), onde estes analisaram dados de misturas realizadas em fazendas, apenas 29,9% estavam em conformidade. Dos 70,1% que apresentaram algum tipo de problema, notou-se que os maiores empecilhos encontrados foram com relação ao tempo de mistura e a falta de manutenção nos equipamentos.

O somatório das peneiras 1 e 2 no presente estudo mostrou-se excedente ao esperado, acima de 50%. De acordo com Armentano (2010), a soma das partículas retidas nas peneiras 1 e 2 em quantidades superiores à 50%, promove redução no consumo através do enchimento ruminal (CARNEIRO, 2013). Para Ferreira (2019), animais que possuem altas exigências energéticas e estão submetidos a dietas ricas em fibras, a distensão ruminal detém grande impacto sobre o consumo de alimentos, já que o animal necessita ingerir quantidades superiores de nutrientes para atender às suas demandas, não sendo possível alcançá-la em consequência da distensão ruminal.

A alta percentagem de partículas retidas nas peneiras 1 e 2 são decorrentes do tamanho de partícula do volumoso utilizado na dieta, ou seja, da silagem de milho. De acordo com Heinrichs *et al.* (2009), a silagem de milho, em sua grande maioria, apresenta-se excessivamente longa, afetando sua homogeneidade durante a mistura o que propicia a separação desta no cocho pelos animais. Ainda segundo ele, essa característica da fibra ocorre em consequência do baixo rendimento da colheita da forragem no campo e aumento de custos, já que os operadores tendem a aumentar a velocidade do processamento com o intuito de diminuir o custo e tempo de trabalho, acarretando em prejuízos na qualidade da operação, que, por sua vez, aumenta o tamanho da partícula no momento da colheita (CARNEIRO, 2013).

O desempenho ponderal e a eficiência alimentar são diretamente influenciados pela qualidade da dieta. Portanto, a condição de mistura dos ingredientes se faz um dos fatores de maior importância dentro de um sistema de confinamento de bovinos, já que esta pode impactar o atendimento às exigências nutricionais dos animais (COSTA JUNIOR, 2018). Oelberg (2011) propõe que o coeficiente de variação (CV) entre as frações retidas nas peneiras 2 e 3 da Penn State sejam menores que 5%, apontando que a dieta foi, de fato, bem homogeneizada. No presente estudo, verificou-se coeficiente de variação das proporções retidas nas peneiras 2 e 3 de 8,72% e 23,78%, indicando baixa homogeneidade da dieta ofertada.

6. CONCLUSÃO

A composição em nutrientes das dietas formulada, ofertada e sobras apresentou variação acima do recomendado pela literatura, bem com a homogeneidade da dieta esteve comprometida, divergindo para os teores de MS, FDA e PB acima dos valores sugeridos de +/- 3, +/- 2 e +/- 1 pontos percentuais, respectivamente. Isso mostra que alguns procedimentos antes e durante a mistura da dieta precisam ser melhorados, como controle do tamanho de partículas (TP) dos volumosos, realização de manutenções periódicas no vagão, assim como, atender as recomendações do fabricante para a utilização da capacidade máxima do misturador e ao tempo de mistura.

REFERÊNCIAS

- ALHADAS, H. M. **Efeito dos Níveis de Inclusão de Fibra Fisicamente Efetiva Proveniente de Cana de Açúcar em Dietas de Grão Inteiro Sobre os Parâmetros Ingestivos, Digestivos e Ruminais**. 2018. 55 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, UFV/Viçosa - MG, 2018.
- ALMEIDA, R; LIMA, I. M.; RAMIRES, C. H. Nutrição de precisão em vacas leiteiras. XXIII Congresso Brasileiro de Zootecnia. **Anais...**Foz do Iguaçu, p. 4884-4894, 2013.
- ANDRADE, P. M. **Confinamento de bovinos para corte: custo de produção e resultado econômico**. 1995. 36 f. Monografia (Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1995.
- ARMENTANO, L. E. **Carbohydrate balancing for lactating cows**. Formuleite, 2010. Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2010.
- BARMORE, J. A. Fine-Tuning the Ration Mixing and Feeding of High Producing Herds. Tri-State Dairy Nutrition Conference. **Anais...** p. 103-126,2002.
- BARUSELLI, M. S. **Quanto custa manter um bovino no sistema de confinamento**. 2018. Disponível em: <https://www.dsm.com/products/tortuga/pt_BR/homeblog/Quanto_custa_manter_um_bovino_no_sistema_de_confinamento.html#:~:text=Nota%2Dse%20que%20a%20alimenta%C3%A7%C3%A3o,um%20confinamento%20no%20Brasil%20Central>. Acesso em: 22 de Jun de 2020.
- BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal: Funep – Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 2011.
- BRANCO, A. F.; OSMARI, M. P.. Nutrição de Precisão e Impacto Ambiental. In: Congresso Latino Americano de Nutrição Animal, 4., 2010, **Anais...** Campinas – São Paulo: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal (CBNA), 2010, v. 600, p. 307-316.
- CARNEIRO, J. H. **Nutrição de Precisão em Rebanhos Leiteiros da Castrolanda**. 2013. 59 f. Monografia (Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.
- COSTA JÚNIOR, J. R. **Ordem de Carregamento dos Ingredientes e Tempo de Mistura sobre a Homogeneidade da Dieta de Bovinos de Corte Confinados**. Dissertação (Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável) - Universidade Estadual de Goiás, São Luis de Montes Belos, Goiás, 2018. Disponível em: < <https://www.bdt.d.ueg.br/handle/tede/632>>. Acesso em: 21 de Ago de 2021.

COSTA JÚNIOR, J. R.; PAULINO, P. V. R.; SILVA, R. M. Fatores que influenciam a qualidade de mistura em dietas de confinamento. In: Anais da Semana do Curso de Zootecnia – SEZUS. 2017. **Anais...** Universidade Estadual de Goiás, São Luis de Montes Belos, 2017, v. 10, n. 1, Disponível em: < <http://faculdademontesbelos.com.br/wp-content/uploads/2017/11/12.pdf>>. Acesso em: 10 de Out de 2020.

CUNHA, G. S. P. **Fibra Fisicamente Efetiva e Parâmetros Fecais em Confinamentos de Bovino de Corte**. 2019. 47 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Área de Nutrição e Alimentação Animal, Instituto de Ciências Agrárias, UFMG/Montes Claros - MG, 2019.

CUSTODIO, S. A. S., *et al.* Seleção de partículas da dieta de bovinos de corte em confinamento alimentados com diferentes forragens e alojados em baias individuais ou coletivas. **Journal Animal Behavior Biometeorol.** v.4, n.2, p.55-64, 2016.

DETMANN, E. *et al.* **Métodos para análise de alimentos** INCT-CA. Visconde do Rio Branco, MG, Brasil: Suprema, 2012.

DEVRIES, T. J.; BEAUCHEMIN, K. A.; KEYSERLINGK, A. G. Dietary Forage Concentration Affects the Feed Sorting Behavior of Lactating Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 5572–5579, 2007.

ENDRES, M. I.; ESPEJO, L. A. Feeding management and characteristics of rations for high-producing dairy cows in freestall herds. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 822-829, 2010.

FALCHI FILHO, D., *et al.* "Avaliação da homogeneidade da mistura de dietas de bovinos confinados com diferentes ingredientes." **Embrapa Gado de Corte-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE CORTE, 5., 2009, Campo Grande, MS.[Anais da...]. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2009., 2009.

FERNANDES, C. **Garantindo margem de lucro na pecuária de corte**. 2020. Rehagro Blog. Disponível em: <<https://rehagro.com.br/blog/garantindo-margem-de-lucro-na-pecuaria-de-corte/#:~:text=Estima%2Dse%20que%20ao%20longo,pr%C3%B3ximas%20a%2010%20e%2020%25>>. Acesso em: 9 de Out de 2020.

FERREIRA, A. M. S. **Consumo Observado e Predito pelos Sistemas Nutricionais em Bovinos de Corte Confinados**. 2019. 67 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, UFU/Uberlândia - MG, 2019.

FERREIRA, M. M., FERREIRA, A. C. M., EZEQUIEL, J. M. B. Avaliação econômica da produção de bovinos confinados: estudo de caso. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 34, n. 7, p. 7-20, 2004.

GOULART, R. S. **Avaliação da fibra fisicamente efetiva em rações para bovinos de corte**. 2010. 200 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP/Piracicaba, 2010. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-11022011-154913/en.php>>. Acesso em: 08 de Out de 2020.

HEINRICH, A. J.; KONONOFF, P. J. **Evaluating particle size of forages and TMR’s using the Penn State Particle Size separator**, 2002. Department of Dairy and Animal Science, Pennsylvania State University, USA.

HEINRICH, A. J., KONONOFF, P. J. **Evaluating particle size of forages in TMRs using the New Penn State Forage Particle Separator**, 2003. Department of Dairy and Animal Science, Pennsylvania State University, USA.

HEINRICH, A. J., KONONOFF, P. J. **Evaluating particle size of forages in TMRs using the New Penn State Forage Particle Separator**, 2004. Department of Dairy and Animal Science, Pennsylvania State University, USA.

HOFMANN, R. R. **Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system**. *Oecologia*. v. 78, n. 4, p. 443–457, 1989.

JANICE. **Casale leva lançamentos para a Feicorte 2010**. 2010. Portal Agrolink. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/noticias/casale-leva-lancamentos-para-a-feicorte-2010_111974.html>. Acesso em: 25 de Jul de 2020.

LAZARINI, V., GAI, V., FAGUNDES, R. Composição bromatológica da dieta em relação ao tempo de batida. **Cultivando Saber**, Centro Universitário FAG, Cascavel – PR, v. 7, n. 1, p. 102–110, 2014. Disponível em: <https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/539b19bd3d837.pdf>. Acesso em: 08 de Out de 2020.

LOBO, U. G. M. **Análise da Granulometria, Matéria Seca e Consumo de Bovinos da Raça Senepol Submetidos a Prova de Eficiência Alimentar**. 2018. 45 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Faculdade de Ciências Veterinárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia - MG, 2018.

MARTINS, L. F. **Influência do Período de Teste na Mensuração do Ganho Médio Diário para Fins de Avaliação Genética de Características de Eficiência Alimentar em Bovinos**

Nelore, 2019. 35 f. Monografia (Graduação em Zootecnia), Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia - MG, 2019.

MEDEIROS, S. R. *et. al.* Ferramentas de Pecuária de Precisão Voltadas à Nutrição de Bovinos de Corte. In: Simpósio Brasileiro de Pecuária de Precisão Aplicada à Bovinocultura de Corte, 1., 2014, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2014. 22 p.

MENDES, E. D. M., CAMPOS, M. M. Eficiência alimentar em bovino de corte. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 37, n. 292, p. 28-38, 2016.

MERTENS, D. R. Creating a System for Meeting the Fiber Requirements of Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n. 7, p. 1463-1481, 1997.

MILKPOINT. **Casale lança o Unimix, vagão misturador destinado a produtores de médio e pequeno porte.** 2011. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/empresas/novidades-parceiros/casale-lanca-o-unimix-vagao-misturador-destinado-a-produtores-de-medio-e-pequeno-porte-70440n.aspx>>. Acesso em: 22 de Jun de 2020.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of beef cattle. 7th ed. Washington, D.C.: **National Academic Press**, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of beef cattle. 8th ed. Washington, D.C.: **National Academic Press**, 2016. cap. 4, p. 22.

OELBERG, Tom. TMR audits improve TMR consistency. Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop, 2011. **Anais...** Grantville, PA, 2011.

OELBERG, T.; DIAMONDS, V. TMR Audits Improve TMR Consistency. Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop, 2011. **Anais...** Grantville, PA, 2011, p.81-86.

OELBERG, T. J.; STONE, W. Monitoring total mixed rations and feed delivery systems. **The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice**, v. 30, n. 3, p. 721-744, 2014.

OWENS, F. Adaptação de gado confinado a dietas ricas em grãos: distúrbios metabólicos e desempenho. **Simpósio sobre bovinocultura de corte**, v. 6, p. 221-235, 2007.

PAIVA, C. A. V. *et. al.* Pecuária de Precisão: Conceitos e Aplicações na Nutrição e Produção de Ruminantes. 2015. Embrapa. **Anais do X Congresso Nordestino de Produção Animal**. Teresina, PI: SNPA, 2015.

PARRA, F. S. **Protocolos de adaptação à dietas com alta inclusão de concentrados para bovinos nelore confinados**. 2011. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu – São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/95217>>. Acesso em: 20 de Out de 2020.

PINTO, A. C. J.; MILLEN, D. 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. Disponível em: <<https://cdnsiencepub.com/doi/full/10.1139/CJAS-2018-0031>>. Acesso em: 27 Nov. 2020.

RODRIGUES, M. S. *et al.* Estratégias de alimentação e manejo utilizadas para minimizar o consumo seletivo de bovinos de leite e corte. **Multidisciplinary Reviews**, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/334647543_MULTIDISCIPLINARY_REVIEWS_Estrategias_de_alimentacao_e_manejo_utilizadas_para_minimizar_o_consumo_seletivo_de_bovinos_de_leite_e_corte Feeding and management strategies utilized to minimize feed sorti>. Acesso em: 20 de Set. de 2020.

ROSSOW, H. A.; ALY, S. S. Variation in nutrients formulated and nutrients supplied on 5 California dairies. **Journal of Dairy Science**, v. 96, p. 7371-7381, 2013

SILVA, H. L. **Dietas de Alta Proporção de Concentrado para Bovinos de Corte Confinados**, 2009. 157 f. Tese (Doutorado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tde/1173>>. Acesso em: 20 de Out. de 2020.

SILVA, M. R. H., NEUMANN, M. Fibra efetiva e fibra fisicamente efetiva: conceitos e importância na nutrição de ruminantes. **FAZU em Revista**, Uberaba – Minas Gerais, n. 9, p. 69-84, 2012.

ST-PIERRE, N. R., WEISS, W. P. Partitioning variation in nutriente composition data of common feeds and mixed diets on comercial dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 98, ed. 7, p. 5004-5015. 2015.

WEDEKIN, V. S. P.; BUENO, C. R. F.; AMARAL, A. M. P. Análise econômica do confinamento de bovinos. **Informações econômicas**, v. 24, n. 9, p. 123-131, 1994.

ZEBELI, Q., *et al.* Invited review: Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 95, p. 1041–1056, 2012.